

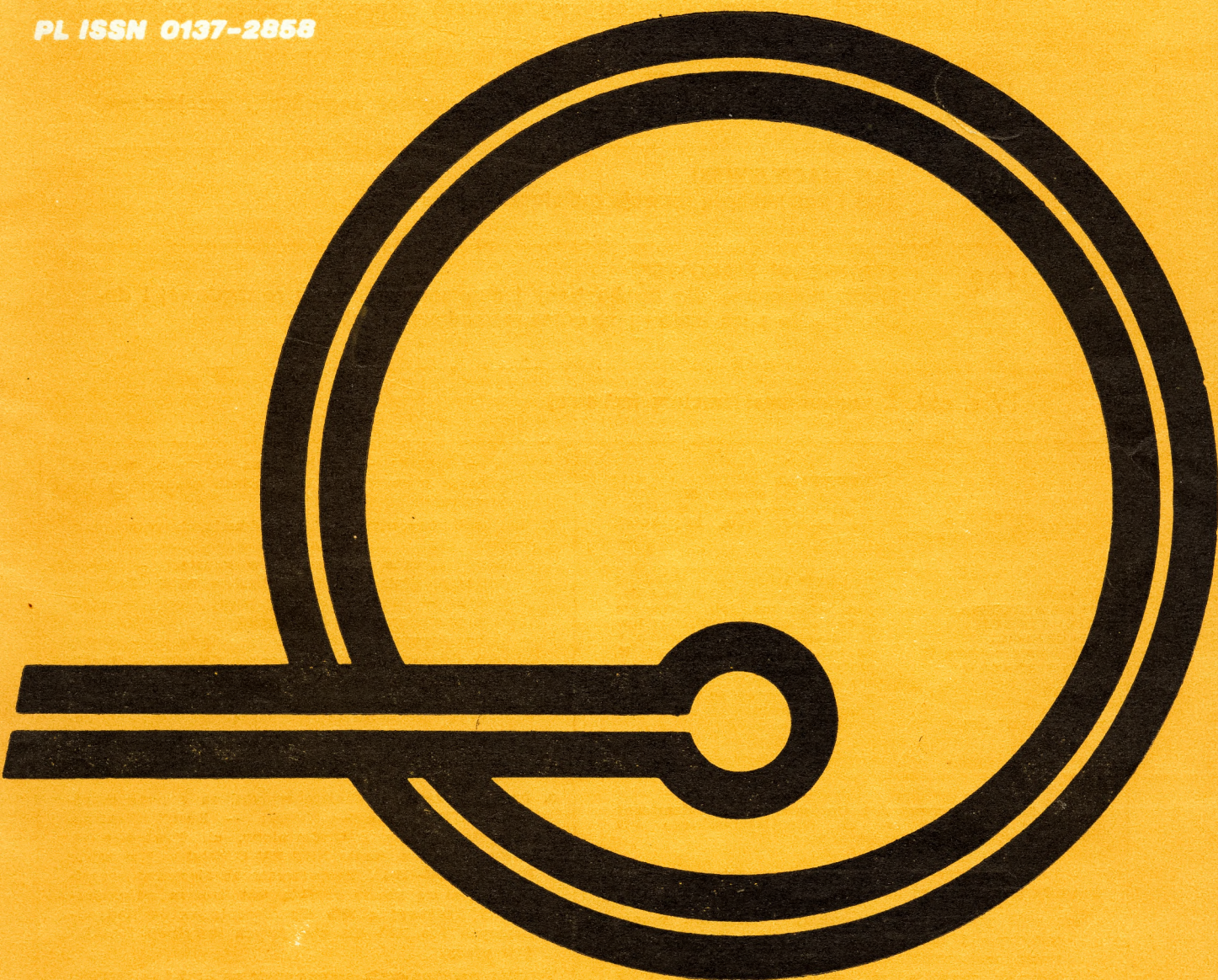
9 1983
wrzesień

T02 N48e

AUTOMATYKA KOLEJOWA

**STEROWANIE RUCHEM. ŁĄCZNOŚĆ.
INFORMATYKA**

PL ISSN 0137-2858



SPA-1

PKP

SPIS TREŚCI

- 179 **KRYSTYNA WAŻYŃSKA-FIOK, JANUSZ DYDUCH, LECH KONOPIŃSKI, MIROŚŁAW SIERGIEJCZYK**
Badania eksploatacyjne i sposoby zwiększania niezawodności obwodów torowych
- 185 **JANUSZ DYDUCH**
Model eksploatacji systemu sterowania ruchem kolejowym
- 188 **JERZY JAŻWIŃSKI, KRYSTYNA WAŻYŃSKA-FIOK, JAN BORGON**
Niezwadność i bezpieczeństwo w ogólnej teorii systemów
- 191 **LECH KONOPIŃSKI**
Model funkcjonalno-diagnostyczny urządzeń sterowania ruchem kolejowym
- 193 **HERONIM SIENKIEWICZ**
Wybrane przykłady projektowania samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu SPA-1
- 196 **JAN MACIEJEWSKI**
Stan i perspektywy rozwoju radiot łączności na PKP
- 199 **STANISŁAW MAKOWSKI**
Środki techniczne dla mechanizacji i automatyzacji pracy rozrządowej i doświadczenia z ich budowy na górcie rozrządowej stacji Łazy

IV s. okł. Z zagranicznej literatury fachowej



Wydawca:
**WYDAWNICTWA
KOMUNIKACJI
I ŁĄCZNOŚCI**
ul. Kazimierzowska 52
02-546 WARSZAWA
Skanowanie: Artur Palka

PL ISSN 0137-2858

REDAKCJA
ul. Kazimierzowska 52,
02-546 Warszawa, tel. 49-91-78
lub 49-27-51 wew. 293; kolej.
16-60

Redaguje kolegium w składzie:
prof. dr hab. M. Dąbrowa-Ba-
jon, mgr inż. N. Gruchała
(z-ca red. naczelnego), mgr inż.
Z. Mościcki (red. naczelnny),
dr inż. J. Suchodolski, dr R.
Matys, D. Kaczmarek (se-
kretarz redakcji);
przy współpracy ze Stowarzy-
szeniem Inżynierów i Techni-
ków Komunikacji

Nakład 1360 egz., format A-4, Opolskie Zakłady Graficzne
im. Jana Łangowskiego, ul. Niedziałkowskiego 8/12
45-685 Opole. Zam. 1658-1391-83. M-96.

Warunki prenumeraty:

- dla osób prawnych — instytucji i zakładów pracy:
 - instytucje i zakłady pracy zlokalizowane w mia-
stach wojewódzkich i pozostałych miastach, w
których znajdują się siedziby Oddziałów RSW
„Prasa — Książka — Ruch” zamawiają prenume-
ratę w tych oddziałach;
 - instytucje i zakłady pracy zlokalizowane w miej-
scowościach, gdzie nie ma Oddziałów RSW „Pra-

sa — Książka — Ruch” i na terenach wiejskich
opłacają prenumeratę w urzędach pocztowych i u
doręczycieli.

- dla osób fizycznych — indywidualnych prenumera-
torów:

- osoby fizyczne zamieszkałe w miastach — siedzi-
wościach, gdzie nie ma Oddziałów RSW „Prasa —
Książka — Ruch” opłacają prenumeratę w urzę-
dach pocztowych i u doręczycieli;
- osoby fizyczne zamieszkałe w miastach — siedzi-
bach Oddziałów RSW „Prasa — Książka — Ruch”,
opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach poczt-
owych nadawczo-oddawczych właściwych dla
miejsc zamieszkania prenumeratora. Wpłaty do-
konują używając „blankietu wpłaty” na rachunek
bankowy miejscowego Oddziału RSW „Prasa —
Książka — Ruch”.

- Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przy-
jmuje RSW „Prasa — Książka — Ruch”, Centrala
Kolportażu Prasy i Wydawnictw, ul. Towarowa 28,
00-958 Warszawa, konto NBP XV Oddział w Warszawie
Nr 1153-201045-139-11. Prenumerata ze zleceniem wysył-
ki za granicę pocztą zwykłą jest droższa od prenu-
meraty krajowej o 50% dla zleceniodawców indywi-
dualnych i o 100% dla zlecających instytucji i zakła-
dów pracy.

Terminy przyjmowania prenumeraty na kraj i za granicę:

- do dnia 10 listopada na I kwartał, I półrocze roku
następnego oraz cały rok następny,
- do dnia 1 każdego miesiąca poprzedzającego okres
prenumeraty roku bieżącego.



Polska Rzeczpospolita Ludowa
MINISTER KOMUNIKACJI

Czasopisma „Eksplatacja Kolei”, „Trakcja i Wagony”, „Drogi Kolejowe”, i „Automatyka Kolejowa” (pod takimi tytułami, ukazują się już od 5 lat) obchodzą swoje 30-lecie w okresie nie sprzyjającym obchodom i jubileuszom, w okresie kryzysu, z którego kraj z trudem zaczyna się dźwigać, w czasach surowego reżimu oszczędności i ograniczeń różnego rodzaju. Te ostatnie dotknęły kolej tak samo boleśnie jak całą gospodarkę, zmuszając do wstrzymania wielu inwestycji, do drastycznego zredukowania zakupów nowego taboru, do borykania się ze spiętrzonymi trudnościami w zaopatrzeniu materiałowo-technicznym. Jednocześnie zmniejszenie rozmiarów produkcji przemysłowej i budownictwa obniżyło poziom przewozów ładunków koleją o kilkanaście procent w stosunku do szczytowych lat 1978—1979. Doraźnie złagodziło to nieco napięcia transportowe, ale żadnego z problemów wynikających z opóźnień w rozbudowie i modernizacji transportu — nie zdjęło z porządku dziennego.

Od połowy 1982 roku, w miarę stopniowego ożywiania się gospodarki, kolej znajduje się znów pod wzmożonym ciśnieniem rosnących potrzeb przewozowych. Tym większym, że pod wpływem motywacji uruchomionych przez reformę gospodarczą, a także w związku z limitowaniem zużycia importowanych paliw płynnych, liczni klienci wybierają dziś kolej — tańszą i mniej energochłonną niż transport samochodowy. Sprzyja temu powrót do dawnej, szerokiej dostępności usług kolei, która zniosła liczne, stosowane w poprzednich latach ograniczenia w przyjmowaniu przesyłek do przewozu oraz wznowiła odprawę handlową na wielu małych stacjach i bocznicach.

Obserwowany, powrotny przepływ części masy towarowej z transportu samochodowego na kolejowy i ponowny wzrost udziału kolei w globalnych przewozach ładunków należy uznać za zjawisko o trwalszym charakterze, a nie tylko krótkookresowe. Przemawiają za tym orientacyjne prognozy gospodarcze na następne lata, a także założenia programu oszczędnościowego i interesy gospodarki narodowej. Nakłada to jednak na PKP dodatkowe i wyjątkowo odpowiedzialne zobowiązania, którym będziemy mogli sprostać pod warunkiem zdecydowanego zwiększenia zdolności przewozowej i podniesienia sprawności funkcjonowania kolei. Dotyczy to nie tylko transportu ładunków, ale — co najmniej w równej mierze — i jakości przewozów pasażerskich, które także, jak się spodziewamy, będą miały tendencję wzrostu.

Pierwsze kroki na drodze do zahamowania dalszej dekapitalizacji bazy technicznej transportu kolejowego i do wyprowadzenia kolei z zastoju — zostały już postawione. Decyzje rządu w tych sprawach, świadczące o głębokim zrozumieniu krytycznej sytuacji i potrzeb PKP, są — mimo licznych przeszkód i trudności — realizowane z dużą konsekwencją. W stosunku do najgorszego okresu podwoiło się tempo elektryfikacji kolei, a pod koniec lat osiemdziesiątych zamierzamy elektryfikować po 800 — 1000 km linii rocznie. Przestarzałe i niedorozwinięte zaplecze remontowe wchodzi w okres intensywnej modernizacji i rozbudowy, legitymując się już obecnie corocznym wzrostem wykonywanych napraw taboru. Każdego roku dwie duże stacje rozrządowe wyposaża się w hamulce szczękowe, łącząc ten zabieg z gruntowną przebudową układów torowych i wykonując pełny zakres takiego zadania w radykalnie skróconych cyklach dzięki opanowaniu metody intensywnej koncentracji robót przy okresowym wyłączeniu z pracy całych grup torów. Zwiększa się tempo wymiany nawierzchni kolejowej, m.in. dzięki systematycznemu postępowi mechanizacji robót remontowych i rozwojowi produkcji potrzebnych materiałów. Jednocześnie w pracowniach naukowców, projektantów i konstruktorów oraz na poligonach doświadczalnych konkretyzuje się kształt wielu niecierpliwie oczekiwanych, nowoczesnych rozwiązań technicznych we wszystkich dziedzinach kolejnictwa. Zmianom w technice towarzyszą zmiany w systemie organizacji, zarządzania i gospodarki PKP, przy czym szukamy tu form i modeli odpowiadających uniwersalnym celom i zasadom reformy gospodarczej, ale dostosowanych do złożonej specyfiki transportu kolejowego, różniące go w istotny sposób od przemysłu.

Przed nami ogromna praca nad wyprowadzaniem polskich kolei z zaułka, w jakim się znalazły, i nad spiesznym przybliżeniem ich stanu do wymagań przelomu XX i XXI wieku. Do programowania, organizowania, nadzorowania i realizacji tych zadań potrzeba wielu, wielu ludzi o wysokiej etyce zawodowej, odpowiednich kwalifikacjach, szerokich horyzontach umysłowych i śmiałej wyobraźni. W propagowaniu takich postaw, w pozyskiwaniu i przekonywaniu takich ludzi, w rozszerzaniu i pogłębianiu ich wiedzy, w pobudzaniu inicjatywy i pasji poszukiwania i wprowadzania nowych, coraz lepszych rozwiązań — ważna rola przypada czasopismom fachowym, każdemu w obrębie jego specjalności tematycznej.

Gratuluję czterem zasłużonym miesięcznikom kolejowym pięknego dorobku 30 lat. Dziękuję ich Redaktorom, Autorom, Współpracownikom i Towarzyszom Sztuki Drukarskiej. Jednocześnie wyrażam przekonanie, że pisma te będą nadal aktywnymi sojusznikami i uczestnikami wszelkich działań i przedsięwzięć służących rozwojowi i dobremu imieniu polskich kolei, że same będą się rozwijać, doskonalić formy działania, coraz lepiej wypełniać swe funkcje. Wszystkim, których trud składa się na wydawanie kolejowych czasopism, i tym, którzy z nich korzystają, przesyłam serdeczne pozdrowienia i najlepsze życzenia.

Minister Komunikacji
Janusz Kamiński



STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW KOMUNIKACJI

CZŁONEK NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ
ZARZĄD GŁÓWNY

We wrześniu br. mija trzydzieści lat od wydania pierwszych numerów kolejowych czasopism technicznych, których merytorycznymi kontynuatorami są obecnie miesięczniki: „Eksplatacja Kolei”, „Automatyka Kolejowa”, „Drogi Kolejowe” oraz „Trakcja i Wagony”. Ten wyjątkowy jubileusz jest okazją podkreślenia ich znaczącej roli i funkcji w środowisku technicznym kolei.

Czasopisma te stanowiły i stanowią forum wymiany informacji naukowo-technicznej, prezentowania osiągnięć i doświadczeń technicznych środowiska technicznego kolei.

Na trzydziestoletni okres tworzenia i wydawania czasopism składał się wysiłek rzeszy inżynierów i techników kolejnictwa. W tej liczbie duży udział mają również członkowie Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji, które współdziała w tym zakresie ściśle z wydawcą czasopism — Wydawnictwami Komunikacji i Łączności.

Obecna sytuacja gospodarcza kraju powoduje określone trudności w realizacji postępu technicznego, a także prawidłowym funkcjonowaniu informacji naukowo-technicznej, szczególnie o osiągnięciach zagranicznych. Stąd też rola i odpowiedzialność fachowych czasopism technicznych w kultywowaniu i propagowaniu wysokiej, nowoczesnej świadomości technicznej znacznie wzrasta.

Przekazując najszczerze gratulacje wszystkim Koleżankom i Kolegom uczestniczącym w procesie tworzenia czasopism, obchodzących dzisiaj ten piękny jubileusz, składamy życzenia wszelkiej pomyślności w życiu osobistym oraz wielu twórczych koncepcji, które byłyby pomocne w usprawnianiu transportu kolejowego.

Ze swej strony Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji dotoży wszelkich starań, aby tak jak dotychczas, czasopisma te były platformą swobodnej wymiany myśli technicznej na wysokim fachowym poziomie.

Sekretarz Generalny
mgr inż. Zdzisław Hyla

Za Zarząd Główny SITK

Przewodniczący
inż. Janusz Skoniecki



Wydawnictwa
Komunikacji i Łączności

02-546 Warszawa 12,
ul. Kazimierzowska 52,
tel. 49 27 51 do 59

Dyrektor-Naczelny Redaktor

Przed trzydziestu laty Wydawnictwa Komunikacji i Łączności podjęły obowiązek wydawania czasopism kolejowych, spełniających ważne funkcje edukacyjne i informacyjne w dziedzinie techniki, organizacji i ekonomiki. Towarzyszą one już drugiemu pokoleniu pracowników Polskich Kolei Państwowych.

Z okazji jubileuszu pragnę jak najserdeczniej podziękować Redaktorom Naczelnym, członkom Zespołów Redakcyjnych i członkom Rady Czasopism Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji za całokształt troski i wkład pracy w osiągnięcia poszczególnych tytułów. Chciałbym również przekazać wyrazy szacunku, jaki żywimy dla wszystkich współpracowników redakcji, dziś emerytów i rencistów, którzy w różnych okresach uczestniczyli w procesie kształtowania czasopism. Pragnę również podziękować Czytelnikom za zainteresowanie okazywane czasopismom kolejowym, a w szczególności Tym, którzy nie szczędzą nam pomocy w postaci spostrzeżeń i uwag.

Wszystkie tytuły mają znaczące wartości integrujące, łączące w świadomym celu pracy i służby społecznej Czytelników, Redaktorów i Wydawców. Z okazji jubileuszu życzę, aby krąg naturalnych przyjaciół, jaki stanowią Czytelnicy, Redaktorzy i Wydawcy, był nadal przepełniony tak pojętym duchem integracji.

Dyrektor-Redaktor Naczelny
mgr Czesław Kulesza

AUTOMATYKA KOLEJOWA



MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY

ROK VI (XXX)

Nr 9 • WRZESIEŃ • 1983

Doc. dr hab. KRYSTYNA WAŻYŃSKA-FIOK

Politechnika Warszawska

Instytut Transportu

Dr inż. JANUSZ DYDUCH

Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju

Techniki Kolejnictwa

Dr inż. LECH KONOPIŃSKI

Dr inż. MIROSŁAW SIERGIEJCZYK

Politechnika Warszawska

Instytut Transportu

Badania eksploatacyjne i sposoby zwiększania niezawodności obwodów torowych

W Politechnice Warszawskiej od kilkunastu lat są prowadzone prace naukowo-badawcze na temat niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym. Początkowo prace te miały charakter teoretyczny, a następnie (od około dziesięciu lat) zostały ukierunkowane na praktyczne zastosowanie i weryfikację rozważań teoretycznych.

Pierwsza, prowadzona w formie zespołowej praca dotyczyła metodologii badań niezawodności elementów i systemów sterowania ruchem kolejowym (srk). Na podstawie opracowanej teoretycznej metody oceny niezawodności tych systemów [7] zostały zapoczątkowane niezawodnościowe badania eksploatacyjne na dwóch konkretnych obiektach kolejowych. Uruchomiono także laboratoryjne badania niezawodności wybranych elementów. W wyniku tej pracy uzyskano pierwsze w Polsce dane liczbowe dotyczące niezawodności w technice sterowania ruchem kolejowym, a metoda tych urządzeń została zaakceptowana przez Ministerstwo Komunikacji [3].

Prace badawcze o charakterze praktycznym były kontynuowane nadal i utworzone zostały zrzęby banku danych o uszkodzeniach systemów i elementów srk [4], [5] i [6]. Wyniki tych badań potwierdzają inżynierskie „odczucia”, że najsłabszym ogniwem systemów srk jest podsystem „obwody torowe”. Wynika to oczywiście ze szczególnie trudnych warunków ich pracy. Podlegają one stałe wpływom atmosferycznym, oddziaływaniom mechanicznym oraz wszelkiego rodzaju zakłóceniom elektrycznym. Obwody torowe, jak wiadomo, stanowią podstawowy podsystem systemu srk; bezpieczeństwo i sprawność ruchu kolejowego w znacznym stopniu są zależne od prawidłowości ich pracy.

Przedmiotem więc ostatnio prowadzonej przez nasz zespół naukowo-badawczy pracy były obwody torowe [1].

Obecnie rozwój systemów sterowania ruchem kolejowym i zwiększająca się kompleksowość automatyzacji procesów sterowania, powodują potrzebę unowocześnienia metod eksploatacji systemów srk, w celu zwiększenia ich niezawodności. Ze współczesnej teorii niezawodności wynika, że istnieje możliwość zwiększenia niezawodności obiektów drogą odpowiedniej ich eksploatacji. Prace naukowo-badawcze w dziedzinie niezawodności obiektów sterowania ruchem kolejowym powinny więc koncentrować się na zagadnieniach eksploatacyjnych.

Ogólnym celem ukończonej w zeszłym roku ostatniej pracy naszego zespołu [1] było więc szukanie sposobów zwiększania niezawodności obwodów torowych, na podstawie badań eksploatacyjnych.

W pierwszej części pracy przeprowadzono identyfikację systemu eksploatacji obwodów torowych. Dokonano przeglądu obwodów torowych stosowanych na PKP oraz analizy warunków i sposobów ich eksploatacji. W wyniku tej analizy został opracowany schemat realizacji i eksploatacji obwodu torowego. Następnie sformułowano zasady organizacji niezawodnościowych badań eksploatacyjnych obwodów torowych. Ustalona została liczność reprezentatywnej próbki i dokonany został wybór konkretnych obiektów do badań. Przygotowano także nośniki informacji jakimi były „Karty Uszkodzeń” oraz instrukcję ich wypełniania i rozpoczęte zostały wstępne badania eksploatacyjne.

W drugim etapie pracy badania były kontynuowane w formie pełnej i kompleksowej. Jako dodatkowy nośnik informacji wprowadzono „Kartę Identyfikacyjną” opracowaną specjalnie dla obwodu torowego. W celu obróbki danych z eksploatacji opracowano szczegółowe katalogi informacji o urządzeniach obwodu torowego. Na podstawie poprzedniej pracy o charakterze ogólnym [5], dokonano wyboru wskaźników do

niezawodnościowej oceny obwodów torowych. Przedstawiono wyniki badań wstępnych, przeprowadzonych w pierwszym etapie, przez obliczenie wskaźników niezawodnościowych zawartych w sprecyzowanym zbiorze.

Celem trzeciego etapu pracy była analiza aktualnego stanu eksploatacji badanych obiektów i przyczyn ich uszkodzeń oraz przedstawienie wniosków dotyczących poprawy niezawodności eksploatacyjnej obwodów torowych na PKP.

Niniejszy artykuł jest próbą prezentacji najważniejszych zagadnień, stanowiących treść rozważań teoretycznych i ich praktycznej realizacji — prowadzonych w ramach pracy [1]. Prezentowany artykuł składa się z dwóch zasadniczych części. W I części zostanie przedstawiona metodyka i organizacja niezawodnościowych badań eksploatacyjnych, w drugiej zostanie dokonana ocena obwodów torowych na podstawie uzyskanych wyników badań eksploatacyjnych.

C Z Ę Ś Ć I

OGÓLNA METODYKA I ORGANIZACJA EKSPLOATACYJNYCH BADAŃ NIEZAWODNOŚCIOWYCH OBWODÓW TOROWYCH

Obwody torowe są elementami systemów sterowania ruchem kolejowym, pracującymi w zróżnicowanych, często krytycznych warunkach klimatycznych i eksploatacyjnych.

Warunki te są niezwykle trudne do odtworzenia w badaniach laboratoryjnych, lub do odwzorowania w modelach symulacyjnych, najlepszym więc, a niejednokrotnie jedynym źródłem informacji o funkcjonowaniu obwodów torowych są badania eksploatacyjne.

Badania eksploatacyjne pozwalają na uzyskanie dokładnych danych o zachowaniu się całego badanego obiektu w rzeczywistych warunkach jego eksploatacji. Podstawową zaletą badań eksploatacyjnych jest to, że można badać duże obiekty w ich naturalnym środowisku, z uwzględnieniem wszystkich czynników występujących w procesie ich eksploatacji.

Eksploatacyjne badania niezawodnościowe polegają na obserwacji badanego obiektu w określonym przedziale czasu i rejestracji zdarzeń istotnych z punktu widzenia celu badań.

Ważnym i zarazem jednym z trudniejszych elementów w badaniach eksploatacyjnych jest ich strona organizacyjna. Organizacja badań eksploatacyjnych ma istotny wpływ na wiarygodność danych źródłowych oraz na ich prawidłowe przetwarzanie, a w rezultacie na końcowe oceny i wnioski. Problem badań niezawodnościowych systemów sterowania ruchem kolejowym i ich elementów został opisany w pracy [2].

1. Analiza obwodów torowych i wybór obiektów do badań

1.1. Przegląd i analiza obwodów torowych stosowanych na PKP

Badania eksploatacyjne obwodów torowych zostały poprzedzone analizą populacji obwodów torowych eksploatowanych na sieci PKP.

W systemach sterowania ruchem kolejowym stosowanych na sieci kolejowej PKP jest eksploatowanych kilkanaście różnych typów obwodów torowych. Ze względu na dużą ogólną liczbę obwodów, zróżnicowanie typów i realne możliwości udziału w badaniach personelu liniowego oraz badawczego, dokonano wstępnej analizy celowości badania poszczególnych typów obwodów torowych.

Spśród wielu typów obwodów torowych stosowanych na sieci PKP przeanalizowano celowość objęcia badaniami następujących obwodów:

1. Obwód torowy prądu przemiennego 50 Hz.
2. Obwód torowy z dławikiem transformatorem.
3. Stacyjny obwód zasilany pośrodku.
4. Licencyjny obwód torowy JZE 4211.
5. Obwód torowy blokady Ea.
6. Obwód torowy blokady COB-58.
7. Obwód torowy blokady CNII.
8. Obwód torowy blokady MS.
9. Elektroniczny obwód nakładany EON-1.
10. Stacyjny bezzłączowy obwód torowy SOT-50.
11. Liniowy bezzłączowy obwód torowy SOT-1.
12. Bezzłączowy obwód torowy rozjazdu.

Pominięto, ze względu na ograniczony zakres zastosowań i warunki eksploatacji, obwód torowy OTG-15 stosowany na górkach rozrządowych oraz nietypowe dla sieci PKP obwody firmy Integra Domino na st. Piaseczno i firmy Siemens na st. Odolany oraz inne jednostkowe rozwiązania.

Podstawowym typem obwodów torowych znajdujących się w eksploatacji jest obwód torowy prądu przemiennego 50 Hz. Obwód ten jest stosowany do kontroli niezajętości torów stacyjnych i rozjazdów przy izolacji jednostkowej i dwutokowej, jak również w blokadzie liniowej typu E. W ostatnim okresie opracowano wiele odmian tego typu obwodu (m.in. obwód torowy z dławikiem transformatorem, stacyjny obwód torowy zasilany pośrodku, obwód torowy blokady Ea) charakteryzujących się znacznie lepszymi cechami eksploatacyjnymi niż rozwiązania „klasyczne”. Obwody te zostały dopuszczone do powszechnego stosowania na PKP. Licencyjny obwód torowy JZE 4211 różniący się od „klasycznego” obwodu 50 Hz głównie rodzajem zastosowanego przekątnika, jest dopuszczony do powszechnego stosowania na stacjach w ograniczonym zakresie.

Obwody torowe o zasilaniu impulsowym, stosowane w blokadach COB-58 i CNII, są rozwiązaniami nierozwojowymi, nie budowanymi od wielu lat na sieci PKP.

Obwód torowy blokady MS jest rozwiązaniem nowym. Znajduje się on na etapie powszechnego wdrażania do eksploatacji.

Krótkie obwody nakładane są stosowane powszechnie na PKP, głównie do zwalniania zastawek i bloków.

Bezzłączowe obwody torowe SOT-1, SOT-50 i bezzłączowy obwód rozjazdu znajdują się na etapie eksperymentalno-wdrożeniowym, a pozytywne wyniki dotychczasowych badań rokuja nadzieję na wprowadzenie ich do eksploatacji.

Analiza obwodów torowych została przeprowadzona na podstawie dostępnych dokumentów. Postanowiono objąć badaniami tylko te obwody, które są typowe dla sieci PKP, występują stosunkowo licznie

Tablica 1

Lp.	Typ obwodu	zakres zastosowań	Rodzaj separacji	Liczba obwodów eksploatowanych na PKP N_i	$k_i = \frac{N_i}{N}$	Uwagi
1	Obwód torowy prądu przemien- nego 50 Hz	stacyjny obwód tor zwrotnicowy obwód tor obwód torowy blok. E	izolacja dwutokowa izolacja jednotokowa izolacja dwutokowa izolacja jednotokowa izolacja dwutokowa	4000 2000 3000 6000 600	0,187 0,094 0,142 0,282 0,038	Podstawowy typ obwodu stosowany na PKP. Przewidziany do dalszego, powszechnego stosowania
2	Obwód torowy z dławikiem transformatorem	stacyjny obwód torowy obwód torowy blokady liniowej	izolacja dwutokowa izolacja dwutokowa	1000	0,047	Dopuszczony do powszechnego stosowania na PKP
3	Stacyjny obwód torowy zasilany pośrodku	stacyjny obwód torowy	izolacja dwutokowa	50	0,002	Dopuszczony do powszechnego stosowania na PKP
4	Licencyjny obwód torowy JZE 4211	stacyjny obwód torowy obwód torowy blokady liniowej	izolacja dwutokowa izolacja dwutokowa	50	0,002	Dopuszczony do powszechnego stosowania w ograniczonym zakresie. Niedopuszczony do powszechnego stosowania
5	Obwód torowy blokady Ea	blokada liniowa Ea	izolacja dwutokowa	100	0,005	Dopuszczony do powszechnego użytku na PKP
6	Obwód torowy blokady COB-58	blokada liniowa COB-58	izolacja dwutokowa	500	0,023	Systemy nierozwojowe nie budowane na PKP
7	Obwód torowy blokady CNII	blokada liniowa CNII	izolacja dwutokowa	500	0,023	Systemy nierozwojowe nie budowane na PKP
8	Obwód torowy blokady MS	blokada liniowa MS	izolacja dwutokowa	20	0,001	Dopuszczony do powszechnego stosowania
9	Krótki obwód nakładany EON 1	obwód pomocniczy (zwalnianie zastawek blokowych, sygnalizacja przejazdowa)	separacja naturalna	3500*	0,164	Powszechnie stosowany na PKP
10	Stacyjny bezzłączowy obwód torowy SOT-50	stacyjny obwód torowy	separacja naturalna			Badania eksploatacyjne prototypów
11	Liniowy bezzłączowy obwód torowy SOT-1	obwód torowy blokady liniowej	separacja elektryczna			Produkcja serii informacyjnej
12	Bezzłączowy obwód zwrotnicowy	zwrotnicowy obwód torowy	separacja elektryczna			Badania eksploatacyjne prototypów

* Liczba obwodów na dzień 31.12.1982 r. wynosi ok. 6 tys.

i których eksploatacja przewidywana jest także w przyszłości.

Zestawienie obwodów torowych, uwzględniające liczności poszczególnych typów i zakres zastosowań zawiera tablica 1.

1.2. Kryteria i wybór obiektów do badań

Podstawowym kryterium wyboru był stosunek k_i liczby obwodów torowych danego typu N_i do liczności populacji generalnej N (tablica 1).

Dokonując wyboru uwzględniono również możliwości rozwojowe poszczególnych typów i perspektywy ich stosowania na PKP.

Następnym etapem przy wyborze obiektów do badań było określenie liczby obwodów poszczególnych typów, które należało objąć badaniami, tzn. określenie liczności próbki. Po przeanalizowaniu ogólnych zasad wyznaczania liczności próbki do obliczeń przyjęto metodę, w której do określenia liczności próbki obwodów torowych należy uwzględnić czas badań. Dłuższy okres badań zapewnia wyniki na założonym poziomie wiarygodności na podstawie mniejszej liczby badanych obiektów; krótszy czas badań wymaga badania większej liczby obiektów. Biorąc pod uwagę również następujące przesłanki:

- w przypadku obwodów torowych, które są elementami urządzeń zewnętrznych systemu srk, istotny wpływ na ich funkcjonowanie mają warunki otoczenia;
- prowadzenie badań w krótkim czasie może prowadzić do uzyskania niepełnych informacji o pracy obwodów torowych w różnych warunkach atmosferycznych,

ustalono prowadzenie badań w cyklu rocznym, co pozwoli także na dokonanie oceny funkcjonowania obwodów torowych w poszczególnych porach roku.

Metoda przyjęta do obliczeń liczności próbki wymaga znajomości wartości średniej badanej cechy. Jako cechę przyjęto średni czas pracy między zakończeniem j -tej naprawy a wystąpieniem $j+1$ -szego uszkodzenia badanego obvodu torowego. Wartość tej cechy określono na podstawie wyników badań prowadzonych w ramach dotychczasowych prac naukowo-badawczych z tego zakresu.

Liczność próbki obwodów torowych, które powinny być objęte badaniami eksploatacyjnymi obliczono z zależności:

$$n_o = \frac{(U\alpha \cdot \sigma)^2}{d^2} \cdot \frac{T_{SR}}{T_B} \quad (1)$$

gdzie:

- n_o — liczność próbki,
- $u\alpha$ — wartość argumentu unormowanej całości Laplace'a dla ustalonego poziomu wiarygodności α ,
- σ — odchylenie standardowe badanej cechy w populacji,
- T_{SR} — wartość średnia badanej cechy (ustalona na podstawie poprzednich badań),
- T_B — czas badań,
- d — dopuszczalny maksymalny błąd oszacowania w populacji i próbce.

Tablica 2

Lp.	Nazwa obvodu torowego	Lokalizacja	Liczność badanych obwodów	Czas badań (dni)
1	Stacyjny obwód torowy prądu przemiennego 50 Hz z izolacją jednotokową	Śląska DOKP	29	515
2	Stacyjny obwód torowy prądu przemiennego 50 Hz z izolacją dwutokową	Śląska DOKP	18	515
3	Stacyjny obwód torowy zasilany pośrodku	Śląska DOKP	8	527
4	Obwód zwrotnicowy 50 Hz izolowany jednotokowo	Śląska DOKP	29	443
5	Obwód zwrotnicowy 50 Hz izolowany dwutokowo	Śląska DOKP	14	515
6	Elektroniczny obwód nakładany EON-1	Dolnośląska DOKP	20	546
7	Obwód torowy blokady typu E	Centralna DOKP	10	504
8	Obwód torowy blokady typu Ea	Południowa DOKP	10	546
9	Obwód licencyjny JZE 4211 zwrotnicowy	Śląska DOKP	18	527
10	Obwód licencyjny JZE 4211 torowy	Śląska DOKP	8	527

Liczność próbki n_i obwodów torowych i -tego typu wyznaczono z zależności:

$$n_i = \frac{N_i}{N} n_o$$

gdzie:

n_o — liczność próbki populacji generalnej przeznaczonej do badań,

N_i — liczność obwodów i -tego typu,

N — liczność populacji generalnej.

Następnie dokonano terytorialnej lokalizacji konkretnych obiektów badawczych, biorąc pod uwagę warunki ich eksploatacji. Z tego względu około 60% badanych obiektów zlokalizowano w Śląskiej DOKP, gdzie natężenie i struktura przewozów decydują o krytycznych warunkach ich pracy.

Na etapie przygotowania badań liczbę obiektów przeznaczonych do badań określono przy założeniu jednorocznego cyklu badawczego. Do obliczeń przyję-

Karta uszkodzeń		2.		3.	
urządzeń		1.		Stacja	
		4.		Typ urządzeń	
		Nr karty		Kodowanie	
Czasowa lokalizacja uszkodzenia				1	
Wykrycie uszkodzenia		Usunięcie uszkodzenia		2	
5.		6.		3	
godz. dzień mies. rok		godz. dzień mies. rok		4	
7. Uszkodzenie wykryto				5	
1. W czasie		2. W czasie		6	
nast. przebiegu		trwania przebiegu			
3. Między		4. Przeglądy			
przebiegami		kontr. naprawy			
8. Sposób usunięcia uszkodzenia				7	
1. Regulacja		2. Naprawa		8	
3. Wymiana		4. Inne		9	
		opisać w uwagach			
Lokalizacja uszkodzenia				10	
9. 1.		2.		11	
Urz. wewnętrzne		Urz. zewnętrzne			
3.		4. Inne		12	
Urz. zasilające		Opisać w uwagach			
10.		11.		13	
Nazwa urządzenia Oznaczenie		Nazwa elementu Oznaczenie			
Dane o uszkodzonym elemencie				14	
12.		13.		15	
Producent		Rok produkcji			
14.		15.		16	
Typ		Data zainst.			
		dzień mies. rok		17	
Identyfikacja uszkodzenia					
16. Rodzaj uszkodzenia - opisać 					
17. Skutek uszkodzenia - opisać 					
Uwagi:					

Rys. 1. Karta uszkodzeń

to również jednakową wartość badanej cechy dla wszystkich typów obwodów.

Wyniki badań wstępnych wykazały jednak, że ściśle zachowanie wstępnie ustalonej liczności próbki było niemożliwe w odniesieniu do niektórych typów obiektów. Wynikało to głównie z niemożności prowadzenia badań przez ankieterów na zbyt dużej grupie

obiektów, jak również z przebudowy układów torowych i zmiany stosowanego typu obwodu.

Dokonano więc weryfikacji przyjętych założeń i w wyniku ponownych obliczeń próbki skorygowano licznosc badanych obwodów torowych poszczególnych typów, wydłużając jednocześnie czas badań o pięć miesięcy. Ostatecznie pełnym, siedemnastomiesięcznym

KARTA IDENTYFIKACYJNA OBWODU TOROWEGO						
A. PARAMETRY PODSTAWOWE OBWODU						Kod
1	Lokalizacja					
2	Typ obwodu					
3	Częstotliwość prądu					
4	Sposób pracy					
5	Rodzaj odbiornika					
6	Rodzaj nadajnika					
7	Długość obwodu					
8	Rodzaj i wiek podkładów					
9	Rodzaj podsypki					
10	Rodzaj uszynień					
11	Rodzaj złączy izolowanych					
12	Rodzaj podłużnego łącznika szynowego					
13	Główny rodzaj przewozów					
14	Oznaczenie obwodu					
B. PARAMETRY ZMIENNE OBWODU						
L.p.	Data	Napięcie na wyl. nadajni	Napięcie na wyl. odbior	Oporność podtorza	Pogoda	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Rys. 2. Wzór karty identyfikacyjnej obwodu torowego

cyklem badań objęto 9 typów obwodów torowych zlokalizowanych w czterech DOKP, a łączna liczba badanych obiektów wyniosła 164.

Zestawienie badanych typów obwodów torowych, ich liczbę, lokalizację i czas badań przedstawiono w tablicy 2.

1.3. Nośniki informacji o badanych obiektach

Do ilościowej oceny niezawodności obwodów torowych oraz identyfikacji ich w procesie eksploatacji w rzeczywistych warunkach, niezbędne były dane o ich funkcjonowaniu. Rejestracja tych danych wymagała wprowadzenia określonych nośników informacji. Wytypowane do badań obwody torowe znajdowały się pod obserwacją ankieterów, którymi byli specjalnie przeszkoleni pracownicy służb eksploatacyjnych kolei. Rejestrowali oni dwa podstawowe rodzaje informacji: informacje o procesie uszkodzeń i odnów oraz informacje identyfikujące strukturę, istotne własności i warunki eksploatacji badanych obiektów.

Nośnikiem informacji o procesie uszkodzeń i odnów obwodu torowego była „Karta Uszkodzeń”, której wzór zamieszczono na rysunku 1. „Kartę Uszkodzeń” opracowano przy następujących założeniach:

- zbierania minimalnej niezbędnej liczby informacji;
- rygorystycznego przestrzegania wiarygodności i dokładności zbieranych informacji;

— wykorzystania ETO do przetwarzania informacji zawartych w Karcie.

Informacje zawarte w „Karcie Uszkodzeń” pozwalały na:

- identyfikację źródła informacji,
- lokalizację w czasie uszkodzeń i odnów,
- identyfikację stanu funkcjonalnego, w którym znajdował się badany obiekt w chwili wykrycia uszkodzenia,
- identyfikację sposobu usunięcia uszkodzenia,
- lokalizację uszkodzenia w strukturze obwodu torowego,
- identyfikację uszkodzenia.

„Karta Uszkodzeń” była wypełniana dla każdego uszkodzenia obiektu objętego badaniami.

Nośnikiem informacji identyfikujących badane obiekty była „Karta Identyfikacyjna Obwodu Torowego” opracowana specjalnie dla potrzeb prowadzonych badań. Wzór „Karty Identyfikacyjnej Obwodu Torowego” przedstawiono na rysunku 2.

Karta składa się z dwóch zasadniczych części. Część A zawiera informacje o podstawowych parametrach obwodu torowego związane z jego lokalizacją, sposobem pracy i rodzajem przewozów oraz dane charakterystyczne, związane z wykonaniem jak np. długość, rodzaje podsypki, uszynień, podkładów itp. Część B zawiera zmienne parametry obwodu, takie jak: napięcie wejściowe i wyjściowe, rezystancję podtorza oraz warunki atmosferyczne w czasie pomiarów.

Ze względu na stały charakter parametrów w części A „Karta Identyfikacyjna” była wypełniana tylko raz na początku badań. Część B natomiast wypełniana była okresowo co 10 — 14 dni.

Tak zaprojektowana „Karta Identyfikacyjna” zawierała informacje niezbędne do oceny warunków eksploatacji obwodów torowych w czasie prowadzenia badań. Dopuszczono także możliwość wariantów „Karty Identyfikacyjnej” w zależności od charakterystycznych cech poszczególnych typów obwodów torowych.

„Karty Identyfikacyjne” były sporządzane dla wybranych losowo obwodów torowych poszczególnych typów spośród obwodów objętych badaniami.

Obie karty po wypełnieniu przez ankieterów były przysyłane do zespołu prowadzącego badania, gdzie poddawane były wstępnej obróbce polegającej na sprawdzeniu, uzupełnieniu i weryfikacji zawartych w nich informacji.

Prawidłowa analiza i ocena zawarte w kartach informacji wymagała ich usystematyzowania i klasyfikacji. W tym celu sporządzono specjalne katalogi informacji, a dla potrzeb zautomatyzowanego ich przetwarzania opracowano system kodowania ułatwiający przenoszenie informacji na nośniki maszynowe.

2. Zakończenie

W niniejszym artykule przedstawiono najistotniejsze problemy związane z opracowaniem metodyki niezawodnościowych badań eksploatacyjnych obwodów torowych, ich przygotowaniem oraz uruchomieniem.

Informacje zawarte w opisanych nośnikach informacji były nieprzetworzonym zbiorem danych o uszkodzeniach i eksploatacji obwodów torowych. Dopiero po ich zakodowaniu i przeniesieniu na maszynowe nośniki poddane były analizie. W wyniku tej analizy określono uśrednione wielkości liczbowe charakterystyk badanych obwodów torowych.

Charakterystyki te pozwoliły na obliczenie ilościowych miar niezawodności obwodów torowych.

Wartości liczbowe wskaźników niezawodności, uzupełnione innymi informacjami pochodzącymi z badań eksploatacyjnych stanowiły podstawę do oceny obwodów torowych oraz wniosków dotyczących sposobów zwiększania ich niezawodności w czasie eksploatacji.

Ocena niezawodności obwodów torowych na podstawie wyników badań eksploatacyjnych będzie przedstawiona w drugiej części prezentowanego artykułu.

Piśmiennictwo

[1] *Badania eksploatacyjne i sposoby zwiększania niezawodności obwodów torowych*. Praca zbiorowa pod kierunkiem K. Ważyńskiej-Fiok, Politechnika Warszawska 1982 r.

[2] Konopiński L., Siergiejczyk M.: *Zagadnienia badań niezawodności urządzeń sterowania ruchem kolejowym*. Automatyka Kolejowa WKiŁ, Warszawa 1981 r.

[3] *Metodologia badań niezawodności systemów i elementów sterowania ruchem kolejowym oraz weryfikacja zalecanych metod w praktyce*. Praca zbiorowa pod kierunkiem K. Ważyńskiej-Fiok, Politechnika Warszawska 1975 r.

[4] *Niezawodnościowe badania laboratoryjne przekazników JRF*. Praca zbiorowa pod kierunkiem K. Ważyńskiej-Fiok, Politechnika Warszawska 1977 r.

[5] *Opracowanie i wybór kryteriów niezawodnościowych dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym*. Praca zbiorowa pod kierunkiem K. Ważyńskiej-Fiok, Politechnika Warszawska 1979 r.

[6] *Opracowanie metody laboratoryjnych badań niezawodnościowych przekazników JRF*. Praca zbiorowa pod kierunkiem K. Ważyńskiej-Fiok, Politechnika Warszawska 1976 r.

[7] Ważyńska-Fiok K.: *Metoda określania stopni bezpieczeństwa i sprawności układów zabezpieczenia ruchu pociągów*. Praca habilitacyjna. Politechnika Warszawska 1969 r.

dr inż. JANUSZ DYDUCH

Centralny Ośrodek Badań
i Rozwoju Techniki Kolejnictwa

Model eksploatacji systemu sterowania ruchem kolejowym

Teoria eksploatacji systemów zawiera obecnie znaczną warstwę rozważań ogólnych. Do rozważań tych można zaliczyć: pojęcia, zakres nauki o eksploatacji [3], [4], [5], [13], nazwy nauki, podstawowe prawa eksploatacji, klasyfikacje praw eksploatacji [16] oraz kierunki rozwoju teorii eksploatacji [12]. Uwzględniając złożoność systemów sterowania ruchem kolejowym (srk) oraz złożoność ich procesów eksploatacji, najdogodniejszą metodą ich opisu jest ujęcie systemowe.

Najogólniej pojętym dążeniem koncepcji systemowej jest budowa fundamentów teoretycznych jednoczących wiedzę różnych dziedzin. Potrzeba taka wynika stąd, że większość problemów systemowych, z jakimi się spotykamy nie daje się rozwiązać w zakresie jednej dyscypliny. Mało jest systemów o charakterze jedynie technicznym, ekonomicznym, socjalnym, biologicznym itp. Zrozumienie systemu wymaga wiedzy obejmującej różne zaangażowane dyscypliny. Integracja potrzebna jest tu zarówno w świecie nauki, w celu poprawienia naszego rozumienia zjawisk natury i zjawisk socjalnych, jak również w praktycznym działaniu dla wypracowania lepszych metod syntezy i sterowania zbiorczymi systemami.

Podejście systemowe uwzględnia więc wszystkie możliwe wzajemne oddziaływania między elementami systemu, w celu wyznaczenia jego zachowania jako całości.

Ujęcie systemowe, mimo że jest bardzo pożądane, prowadzi często do zadań, które praktycznie są nierozwiązalne. Uproszczenia stają się w takich przypadkach konieczne. Oznacza to wyeliminowanie niektórych oddziaływań, co z kolei prowadzi do badań zakresu wzajemnego oddziaływania między elementami systemu.

W ujęciu systemowym [16] należy widzieć zawsze nie tylko podsystemy składające się na dany system, lecz i nadsystem, stanowiący jego kontekst oraz powiązanie z innymi systemami tych nadsystemów. O tym bowiem, jaki jest i jaki ma być system mówią tworzące go składniki (podsystemy, elementy), ale opisują go także nadsystemy, do których one należą gdyż z nadsystemu pochodzą zadania stawiane systemowi, a zatem jego ogólny charakter, jego struktura, funkcja wszystkich jego składników. Rozwiązując problem w ujęciu systemowym, należy przede wszystkim rozważyć pożądane właściwości systemu, które często są nazywane jego celami (zadaniami). Właściwe ustalenie celów systemu jest równoznaczne z właściwym postawieniem problemu. Aby dokonać tego poprawnie, należy rozpatrzyć cele systemu na tle systemu nadrzędnego, względem którego system rozpatrywany spełnia pożądaną (użyteczną) funkcję. Ale tu znowu istotny jest cel systemu nadrzędnego, a następnie jego struktura i jego części (przy czym jedną z nich jest właśnie rozpatrywany system). W praktyce ograniczamy się do rozpatrzenia najbliższego systemu nadrzędnego. Przy ustalaniu hierarchii celów do najtrudniejszych zadań należą:

- prawidłowe określenie systemu i jego podsystemów;
- sformułowanie celów na różnych poziomach organizacyjnych przy istnieniu jakościowo nieporównywalnych celów;
- zapewnienie kadrze kierowniczej podsystemu stałego dopływu aktualnych i prawidłowych informacji o celach systemu nadrzędnego.

Podejście systemowe ma pewną własność, nadaje czynnościom i procesom myślowym stosunkowo stały

uporządkowany charakter. Zapobiega to w dużej mierze błędom metodologicznym, szczególnie w początkowej fazie badań obiektów rzeczywistych. Można ustalić następującą kolejność podstawowych zbiorów (agregatów) myślowych:

- ustalenie problemu (diagnoza) oraz jego wyodrębnienie;
- określenie systemu na obiektywnej rzeczywistości (identyfikacja systemu);
- stworzenie metasystemu (reprezentacja systemu przez model);
- kwalifikacja modelu;
- rozwiązanie (algorytmizacja, obliczenia), eksperyment modelowy (symulacja);
- analiza interpretacyjna;
- analiza wdrożeniowa.

Przedstawiony podział jest w dużej mierze arbitralny. W poszczególnych rozważaniach pewne punkty mogą nie występować lub mogą pojawiać się inne.

1. Określenie systemu sterowania ruchem kolejowym

1.1. Określenie nadsystemu (system transportu kolejowego)

System transportu kolejowego stanowi przestrzeńnie ukształtowany zbiór składników współdziałających ze sobą w celu przemieszczania osób i ładunków. W poszczególnych podsystemach tego systemu podczas realizacji przewozów powstają różnego rodzaju niesprawności, powodujące zakłócenia w jego prawidłowym działaniu. Powstające w składnikach systemu transportowego niesprawności, nawet przy najlepiej pomyślanych zasadach organizacji ruchu i przy możliwie najlepszej ich realizacji powodują wiele niekorzystnych następstw w realizacji procesu transportowego. Niesprawności te przejawiają się m.in.: jako pęknięcie szyn, zerwanie sieci trakcyjnej, usterki w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym, defekty pojazdów trakcyjnych, uszkodzenia wagonów, pomyłki pracowników. Przez niesprawność rozumie się zdarzenie przypadkowe, które narusza zdolność elementu lub systemu do poprawnej pracy. Powstałe niesprawności mogą powodować w systemie transportowym następujące skutki:

- zakłócenia płynności ruchu pociągów;
- zagrażać bezpieczeństwu ruchu pociągów;
- naruszać bezpieczeństwo ruchu pociągów;
- naruszać stan przedmiotu działania transportu;
- naruszać stan otoczenia.

Szczególną rolę w systemie transportu kolejowego odgrywa podsystem sterowania ruchem kolejowym, który podstawowo jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo i płynność (sprawność) ruchu pociągów.

1.2. System sterowania ruchem kolejowym (srk)

Systemem sterowania ruchem kolejowym nazywać będziemy środki techniczne, realizujące funkcje sterowania w procesie transportowym (system operacyj-

ny) wraz ze środkami zaspokajającymi potrzeby systemu operacyjnego, zapewniającymi jego sprawne i bezpieczne działanie, np. służby utrzymania, zaopatrzenia itp. System srk, w tym ujęciu, składa się więc z technicznych środków realizacji wraz z ich sposobem eksploatacji.

Zagadnienie właściwego doboru metod eksploatacji systemu nabiera coraz większego znaczenia wobec szybkiego rozwoju techniki przejawiającego się wprowadzeniem skomplikowanych urządzeń technicznych, jak również wskutek powstania dużych zintegrowanych systemów. W skład tych systemów — poza składnikami materialnymi, jak np. maszyny, urządzenia — wchodzi także elementy, takie jak: administracja, system organizacji, system i metody zarządzania itp. Złożoność systemów sterowania ruchem kolejowym wynika nie tylko z dużej liczby i różnorodności ich elementów składowych, lecz także z określonych relacji występujących między nimi.

W praktyce problem określania i uzyskania pożądanego poziomu niezawodności systemu jest skomplikowany. Przy rozwiązywaniu tego problemu muszą być uwzględniane w pełnym zakresie zagadnienia ekonomiczne, istnieje bowiem możliwość, że efekt ekonomiczny wprowadzania urządzeń o wysokim stopniu niezawodności jest niewspółmierny do kosztów ich zakupu, produkcji lub eksploatacji. Zasadniczym więc zagadnieniem jest poszukiwanie rozwiązań optymalnie korzystnych, uwzględniających zarówno czynnik niezawodności, jak i koszty produkcji oraz eksploatacji nowych urządzeń wprowadzanych w danym systemie. W rozbudowanych systemach sterowania ruchem kolejowym podstawowym działaniem jest osiągnięcie odpowiedniego poziomu niezawodności systemu, przy wzrastających natężeniach ruchu pojazdów oraz zmianach środowiskowych warunków eksploatacji. Działanie w tym zakresie można podzielić na cztery następujące etapy:

- Obserwacja błędów w pracy systemu srk. W ramach tego etapu należy opracować odpowiednie nośniki informacji o stanach niezawodnościowych i eksploatacyjnych systemu.
- Analiza przyczyn nieprawidłowości pracy systemu. Jest to etap najbardziej twórczy, na jego podstawie są opracowywane dwa następne etapy. W ramach tego etapu należy sformułować i określić wskaźniki (miary) niezawodności systemu oraz procesu jego eksploatacji.
- Określenie procesów obsługi i napraw.
- Zaproponowanie skutecznych metod poprawy w procesie eksploatacji systemów.

W wyniku tak prowadzonego procesu badawczego zostają opracowywane zasady i polityka eksploatacyjna systemu. Tak prowadzone badania umożliwiają sporządzenie dokładnego opisu eksploatacyjnego systemu srk, a następnie jego formalizację, co będzie równoznaczne z budową modelu eksploatacyjnego systemu.

Matematyczny model eksploatacji systemu srk, przy prowadzeniu systematycznych badań eksploatacyjnych i wykorzystaniu metod symulacji, pozwala na optymalizację procesów eksploatacji oraz oddziaływania na niezawodność systemu.

2. Ogólny model systemu srk w ujęciu eksploatacyjnym

Na podstawie przedstawionych rozważań w systemie eksploatacji systemu srk wyróżnić można trzy podstawowe podsystemy:

- proces eksploatacji systemu srk;
- techniczno-organizacyjne środki realizacji procesu sterowania ruchem kolejowym;
- układ powiązania z nadsystemem.

Proces eksploatacji systemu srk jest rozpatrywany jako funkcja określona na zbiorze stanów obiektów i czasów. Przy takim podejściu poszukuje się oddziaływania na stan obiektu eksploatacji, przy których uzyskuje się wyniki optymalne ze względu na przyjęte kryteria.

Techniczne środki realizacji rozpatrujemy jako schemat sterowania kompleksem [2].

Dynamikę sterowania systemem określamy na podstawie pomiarów i obliczeń wielkości w różnych miejscach systemu. Przedmiotem badań są zatem wektory wielkości systemu. Możemy zatem wprowadzić następujące wektory:

X — jest wektorem wielkości mierzonych systemem. Jego współrzędnymi są $x_1, x_2, \dots, x_M$. Są to wartości dla czasu t przebiegów $x_m(t)$ poszczególnych wielkości mierzonych systemem X_m , których liczba wynosi M . Jeżeli poszczególne $x_m(t)$ mają przebieg losowy, wówczas $X(t)$ jest wektorem pewnej realizacji wektorowego procesu stochastycznego ($X(t)$).

S — jest wektorem wielkości mierzonych stanu systemu. Jego współrzędnymi są $s_1, s_2, \dots, s_N$. Są to wartości dla czasu t przebiegów $s_n(t)$ poszczególnych wielkości mierzonych stanu wewnętrznego systemu S_n , których liczba wynosi N .

V — jest wektorem wielkości mierzonych wyjściowych systemu. Jego współrzędnymi są $v_1, v_2, \dots, v_L$. Są to wartości dla czasu t przebiegów $v_l(t)$ poszczególnych wielkości wyjściowych systemu V , których liczba wynosi L .

R — jest wektorem wielkości zadających. Jego współrzędnymi są $r_1, r_2, \dots, r_G$. Wielkości zadające są wielkościami wyjściowymi członu zadającego i wchodzi do sterownika.

A — jest wektorem wielkości wyjściowych analizatora. Jego współrzędnymi są $a_1, a_2, \dots, a_D$. Wielkości wyjściowe analizatora wchodzi do sterownika.

U — jest wektorem wielkości sterujących. Jego współrzędnymi są $u_1, u_2, \dots, u_B$. Wielkości sterujące są wielkościami wyjściowymi sterownika.

Z — jest wektorem wielkości zakłócających, oddziałujących na kompleks. Jego współrzędnymi są $z_1, z_2, \dots, z_C$. Są to wartości dla czasu t przebiegów poszczególnych wielkości zakłócających Z_c , których liczba wynosi C . Za wielkości zakłócające Z uważamy tylko takie wielkości zakłócające, które mogą zmie-

nić wektor X wielkości mierzonych systemem, tj. zmieścić stan S systemu.

Podstawową funkcją systemu srk jest sterowanie ruchem pojazdów kolejowych pojawiających się na wejściu systemu. Pojazdy te implikują określone zmiany stanów eksploatacyjnych systemu. Kompleksowa ocena funkcjonowania systemu srk wymaga uwzględnienia własności eksploatacyjnych sterowanych pojazdów kolejowych.

Piśmiennictwo

- [1] Bauer R., Spyra S.: *Skutki ekonomicznej zawodności działania kolei*.
- [2] Bebnęś J.: *Teoria systemów*, PWN 1979.
- [3] Dyduch J.: *Niezawodność eksploatacyjna systemów srk*. Przegląd Kolejowy Elektrotechniczny nr 6. 1975.
- [4] Dyduch J.: *Problemy systemowej analizy niezawodności urządzeń srk w eksploatacji*. Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej nr 3. 1975.
- [5] Dyduch J., Ważyńska-Fiok K.: *Badania eksploatacyjne urządzeń sterowania ruchem kolejowym*. Automatyka Kolejowa nr 4. 1982.
- [6] Dyduch J.: *Modelowanie procesu eksploatacji systemu sterowania ruchem kolejowym*. Sesja naukowa Instytutu Transportu Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1980.
- [7] Findeisen W.: *Wielopoziomowe układy sterowania*. WNT 1974.
- [8] Fischer K.: *Zuverlässigkeit technischer Systeme*. Veb Verlag Technik — Berlin 1972.
- [9] Jaźwiński J., Ważyńska-Fiok K.: *Niezawodność i bezpieczeństwo sterowania ruchem kolejowym*. Problemy Kolejnictwa — Zeszyt 95. 1982.
- [10] Klir G. J.: *Ogólna teoria systemów*. PWN 1976.
- [11] Konieczny J.: *Kierunki rozwoju teorii eksploatacji*. IV Krajowe Sympozjum Eksploatacji Urządzeń Technicznych — Katowice 1977.
- [12] Konopiński L.: *Zagadnienia diagnostyki urządzeń srk*. Sesja Naukowa Instytutu Transportu Politechniki Warszawskiej — Warszawa 1980.
- [13] Praca zbiorowa: *Metodologia badań niezawodności systemów i elementów srk oraz weryfikacja zaleconych metod w praktyce* — Wykonana dla COBIRTK pod kier. K. Ważyńskiej-Fiok.
- [14] Ważyńska-Fiok K.: *Metoda określania stopni bezpieczeństwa i sprawności układów zabezpieczenia ruchu pociągów*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Elektryka nr 5 — 1969.
- [15] Kleinberg G. M.: *Myślenie systemowe*. WNT — 1979.
- [16] Ziemia S., Jarominek W., Stanisławski R.: *Problemy teorii systemów*. Wydawnictwo PAN Ossolineum — 1980.

Niezawodność i bezpieczeństwo w ogólnej teorii systemów

Coraz częściej w praktyce spotykamy się z koniecznością dokonywania określonych ocen systemów. Takie terminy jak: efektywność, gotowość, niezawodność, bezpieczeństwo znajdują się w powszechnym użyciu. Ustalenie wzajemnych uwarunkowań pomiędzy poszczególnymi ocenami systemu jest zadaniem celowym i użytecznym.

Dla dokonania tej analizy szczególnie przydatna jest parametryczna koncepcja systemu, opracowana przez A. I. Ujemowa [10]. Ujemow uważa, że istnienie rzeczy i relacji między nimi jest warunkiem koniecznym, ale niewystarczającym do opisu systemu. Do wskazania warunku wystarczającego jest niezbędne wprowadzenie jeszcze jednej kategorii, a mianowicie „własności”. Tak więc podstawą aparatu pojęciowego, wykorzystywanego w różnych wariantach ogólnej teorii systemów są kategorie „rzeczy”, „własności”, „relacje”. Zgodnie z tym aparatem pojęciowym, rzeczy mogą być interpretowane jako elementy pewnego zbioru, a ustalając relacje między elementami zawsze uwzględniamy ich własności. Możemy więc napisać, że system S jest to zbiór elementów (M) (przedmiotowych lub nieprzedmiotowych), w których zachodzi zadana wcześniej relacja R , mająca określone własności W .

$$S = [R(M)] W \quad (1)$$

Równocześnie można napisać, że system S jest to zbiór elementów (przedmiotowych, nieprzedmiotowych) M , które mają określone własności W z ustalonymi relacjami R między nimi.

$$S = R [(M) W] \quad (2)$$

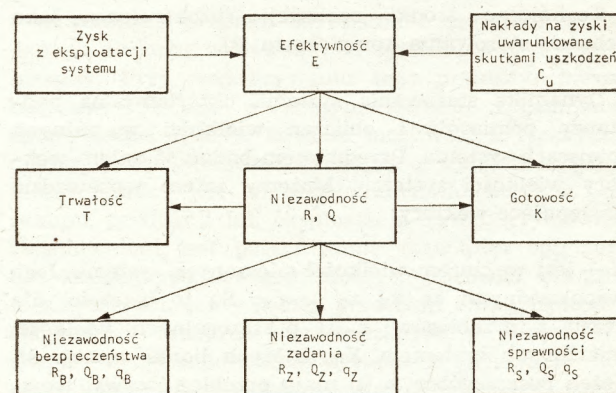
Operowanie przytoczonymi sformułowaniami wymaga posługiwania się następującą regułą: wartość zmiennej stojącej na zewnątrz nawiasu kwadratowego jest wybierana dowolnie, a wartość zmiennej stojącej wewnątrz nawiasu kwadratowego, ale na zewnątrz okrągłego, wybierana jest tak, by zgadzała się ze zmienną zewnętrzną. Wartość zmiennej stojącej wewnątrz nawiasu okrągłego musi być zgodna z wartościami dwóch pozostałych zmiennych.

Dla potrzeb ogólnej teorii systemów wyodrębniono ogólne własności systemowe, zwane parametrami systemowymi. Wybrane parametry systemowe mogą być przyporządkowane wszystkim systemom.

1. Parametry systemowe

Na rys. 1 podano klasyfikację wybranych parametrów systemowych. W przedstawionej klasyfikacji podstawowym parametrem systemowym jest efektyw-

ność. (Efektywny — łacińskie *effectivus* = skuteczny [11], stąd tendencja do zastępowania terminu „efektywność” terminem „skuteczność”). Istnieje wiele różnych definicji efektywności, przykładowo sformulujemy niektóre z nich.



Rys. 1. Klasyfikacja podstawowych parametrów systemowych

„Przez efektywność *ex post* rozumie się określoną relację między uzyskanymi wynikami i nakładami niezbędnymi na uzyskanie tych wyników; przez efektywność *ex ante* rozumie się określoną relację między celem działania a przewidywanymi środkami niezbędnymi do zrealizowania celu” [9].

„Jakość pracy systemu złożonego będziemy oceniać za pomocą wskaźników efektywności. Pod pojęciem wskaźnika efektywności systemu złożonego będziemy rozumieć taką charakterystykę liczbową, która określa stopień przystosowania systemu do wykonania postawionych przed nim zadań” [2].

W pracy [1] podano następującą opisową i normatywną definicję efektywności: Efektywność systemu technicznego, w sensie opisowym, stanowi łączną cechę systemu i procesu jego eksploatacji, wyrażającą skutki zastosowania systemu. Efektywność systemu technicznego, w sensie normatywnym, jest to stopień realizacji zadań stawianych systemowi oraz stopień rozchodu związanych z tą realizacją nakładów, mających miejsce w określonych warunkach eksploatacji i określonym przedziale czasu.

Wśród parametrów systemowych, wyznaczających efektywność można wymienić: trwałość, gotowość, niezawodność.

Trwałość (T) — własność systemu wyznaczająca jego zdolność do pracy do chwili wystąpienia stanu granicznego, przy ustalonym systemie obsługi technicznych i remontu. Miarą trwałości jest zasób pracy systemu do osiągnięcia stanu granicznego z uwzględ-

nieniem przerw na obsługi techniczne i naprawy [6]. Zazwyczaj, jako miarę, przyjmuje się średni zasób pracy systemu T . Dla systemów nieodnawialnych dowolne uszkodzenie jest równoważne ze stanem granicznym. Pod pojęciem stanu granicznego, w danym przypadku, rozumiemy stan systemu, w którym dalsza jego eksploatacja jest z przyczyn technicznych lub ekonomicznych niemożliwa albo nieopłacalna [6].

Gotowość (K) — własność systemu zapewniająca terminową realizację zadań. Miarą gotowości jest prawdopodobieństwo terminowego wykonania zadań [4], [6].

Niezawodność obiektu, w sensie opisowym, jest to jego własność określona przez jego zdolność do spełniania wymagań [8]. Miarą niezawodności jest prawdopodobieństwo spełnienia wymagań. Niezawodność systemu oznaczać będziemy symbolem R , a zawodność systemu symbolem Q .

Uszkodzenie się systemu może spowodować trojaki rodzaj skutki: może wystąpić zawodność bezpieczeństwa, zawodność zadania, lub zawodność sprawności.

Pod pojęciem niezawodności bezpieczeństwa, w sensie opisowym, rozumiemy odporność systemu na błędy jego działania, powodujące zagrożenie tego systemu, systemów z nim współpracujących, środowiska i życia ludzkiego. Miarą niezawodności bezpieczeństwa systemu R_B jest prawdopodobieństwo niewystąpienia zdarzeń powodujących zagrożenie bezpieczeństwa człowieka, systemu lub otoczenia [7]. Zawodność bezpieczeństwa oznaczmy przez Q_B , a warunkową zawodność bezpieczeństwa przez q_B . Warunkowa zawodność bezpieczeństwa jest to prawdopodobieństwo wystąpienia zawodności bezpieczeństwa, pod warunkiem wystąpienia uszkodzenia systemu. Wystąpienie zawodności bezpieczeństwa pociąga za sobą koszty C_B .

Pod pojęciem niezawodności zadania systemu, w sensie opisowym, rozumiemy odporność systemu na błędy jego działania powodujące niewykonanie zadania. Miarą niezawodności zadania R_Z jest prawdopodobieństwo niewystąpienia błędów systemu powodujących niewykonanie zadania. Zawodność zadania oznaczmy przez Q_Z , a warunkową zawodność zadania przez q_Z . Warunkowa zawodność zadania jest to prawdopodobieństwo niewykonania zadania pod warunkiem wystąpienia uszkodzenia systemu. Wystąpienie zawodności zadania pociąga za sobą koszty C_Z .

Niezawodność sprawności, w sensie opisowym, jest to odporność systemu na błędy jego działania, które nie powodują negatywnych skutków dla bezpieczeństwa i wykonania zadania przez system. W wyniku wystąpienia zawodności sprawności występuje potencjalna możliwość wystąpienia zagrożenia bezpieczeństwa lub niewykonania zadania, dlatego pomimo braku negatywnych następstw, system w określonym czasie powinien być naprawiony. Miarą niezawodności sprawności jest prawdopodobieństwo R_S niewystąpienia błędów działania, których skutkami jest brak negatywnych następstw dla bezpieczeństwa i wykonania zadania. Zawodność sprawności oznaczmy przez Q_S a warunkową zawodność przez q_S . Warunkowa zawodność sprawności jest to prawdopodobieństwo niewystąpienia zawodności bezpieczeństwa i zawodności zadania pod warunkiem wystąpienia uszkodzenia systemu. Wystąpienie zawodności sprawności pociąga za sobą koszty C_S .

2. Związki pomiędzy parametrami systemowymi

Pomiędzy parametrami systemowymi występują następujące związki:

$$R = R_B \cdot R_Z \cdot R_S \quad (3)$$

$$Q = Q_B + Q_Z + Q_S \quad (4)$$

$$q_B + q_Z + q_S = 1 \quad (5)$$

$$C_u = C_B \cdot q_B + C_Z \cdot q_Z + C_S \cdot q_S \quad (6)$$

gdzie C_u — nakłady uwarunkowane wystąpieniem uszkodzenia systemu.

Efektywność systemu jest uwarunkowana modelem eksploatacji. Rozważmy przykłady niektórych modeli eksploatacji:

a) System jest nienaprawialny, dochód z eksploatacji systemu jest proporcjonalny do czasu jego pracy T do chwili wystąpienia uszkodzenia. Efektywność systemu dana jest wzorem

$$E = g \cdot T + C_u \quad (7)$$

gdzie: g — średni dochód na jednostkę czasu pracy systemu,

T — średni czas pracy systemu do wystąpienia uszkodzenia,

C_u — nakłady określone wzorem (6).

b) System jest nienaprawialny, dominującym czynnikiem jest wykonanie zadania. Efektywność systemu dana jest wzorem

$$E = R_Z \cdot g - C_u \quad (8)$$

gdzie: g — dochód uzyskany z wykonania zadania,

C_u — nakłady określone wzorem (6),

R_Z — niezawodność zadania.

c) System jest naprawialny, straty z powodu przestoju są pomijalne. Efektywność systemu dana jest wzorem

$$E = g - C_u \quad (9)$$

gdzie: g — zysk na jednostkę czasu pracy systemu,

— liczba uszkodzeń na jednostkę czasu pracy systemu,

C_u — nakłady określone wzorem (6).

d) System jest naprawialny, czas przestoju odgrywa istotne znaczenie. Efektywność systemu dana jest wzorem

$$E = (g + C_u) \cdot K - C_u \quad (10)$$

gdzie: g — jak w przypadku c),

C_u — nakłady określone wzorem (6),

K — gotowość systemu.

e) System jest naprawialny, istotną rolę odgrywa czas przestoju oraz wykonanie zadania. Efektywność systemu dana jest wzorem

$$E = (g + C_u) \cdot K \cdot R_Z - C_u \quad (11)$$

gdzie: g — zysk z terminowego wykonania zadania,
 K — gotowość systemu,
 R_Z — niezawodność zadania,
 C_u — nakłady określone wzorem (6).

3. Parametry systemowe systemu i elementu

Dla zamodelowania otaczającej rzeczywistości przydatne mogą być następujące, intuicyjnie oczywiste stwierdzenia:

- I. Każdy system jest elementem wielu systemów;
- II. Każdy element jest systemem.

Nie wchodząc w filozoficzne problemy ograniczenia modelu od góry i od dołu, w interesującym nas zakresie dostatecznie dobrze odwzorowuje on otaczającą nas rzeczywistość. Konsekwencją przyjętego modelu jest uogólnienie definicji systemu np.: system jest to zbiór rozmyty elementów M , w którym zachodzi zadana wcześniej relacja R mająca określone własności W .

Z przyjętego modelu wynika, że elementy systemu, będąc systemami, charakteryzują się parametrami systemowymi. Pomiedzy parametrami systemowymi elementów, a parametrami systemowymi całego systemu zachodzą określone związki; zazwyczaj są to związki bardzo złożone.

Wprowadźmy oznaczenia:

- M — liczba elementów systemu,
- Q_i — prawdopodobieństwo uszkodzenia się i -tego elementu systemu,
- Q_{ij} — prawdopodobieństwo uszkodzenia się i -tego i j -tego elementu systemu itd.,
- q_{Bi} — prawdopodobieństwo zawodności bezpieczeństwa systemu, pod warunkiem uszkodzenia się i -tego elementu systemu,
- q_{Bij} — prawdopodobieństwo zawodności bezpieczeństwa systemu, pod warunkiem uszkodzenia się i -tego i j -tego elementu systemu itd.

Niezawodność bezpieczeństwa systemu wyrażona jest wzorem

$$R_B = 1 - \sum_{i=1}^M q_{Bi} \cdot Q_i + \sum_{i < j} q_{Bij} \cdot Q_{ij} + \dots + (-1)^{M-1} q_{B1\dots M} \cdot Q_{1\dots M} \quad (12)$$

Analogiczny wzór można napisać dla zawodności sprawności

$$R_S = 1 - \sum_{i=1}^M q_{Si} \cdot Q_i + \sum_{i < j} q_{Sij} \cdot Q_{ij} + \dots + (-1)^{M-1} q_{S1\dots M} \cdot Q_{1\dots M} \quad (13)$$

Jeżeli przyjmujemy przykładowo, że $q_{Si} = \dots q_{Sij} = \dots = 1$, to niezależność sprawności wyrażona jest wzorem

$$R_{SS} = 1 - \sum_{i=1}^M Q_i + \sum_{i < j} Q_{ij} + \dots (-1)^{M-1} Q_{1,2,\dots,M} \quad (14)$$

Oznacza to, że system ma strukturę szeregową sprawności i każde uszkodzenie powoduje zawodność sprawności systemu. Jeżeli przyjmujemy $q_{Si} = q_{Sij} = \dots q_{S1\dots M-1} = 0$, a $q_{S1\dots M} = 1$, to niezawodność sprawności systemu wyrażona jest wzorem

$$R_{SR} = 1 - Q_{1,2,\dots,M} \quad (15)$$

Oznacza to, że system ma strukturę równoległą sprawności i zawodności sprawności systemu występuje wtedy, gdy uszkodzeniu ulegają wszystkie elementy systemu.

Analogiczne zależności napisać możemy dla niezawodności bezpieczeństwa.

4. Zakończenie

Wśród przedstawionych na rys. 1 parametrów systemowych znajdują się niezawodność bezpieczeństwa (bezpieczeństwo), niezawodność zadania i niezawodność sprawności, mieszczące się w parametrze bardziej ogólnym jakim jest niezawodność.

Jak wynika z zależności (6), (7), (8), (9), (10) i (11) wymienione parametry wywierają decydujący wpływ na podstawowy parametr systemowy — efektywność. Stąd też istnieje konieczność takiego kształtowania tych parametrów, aby efektywność była optymalna.

Piśmiennictwo

- [1] Brandowski A., Jaźwiński J., Wieremiejczyk W.: *Efektywność systemów. Materiały I krajowego kolokwium niezawodności*. Kielce, 8–11.09.1980 r.
- [2] Buslenko N. P., Kałasznikow W. W., Kowalenko J. N.: *Teoria systemów złożonych*. PWN. Warszawa 1979.
- [3] Drużinin G. W.: *Toria nadeżnosti radioelektronnych sistem (w primerach i zadaczach)*. „Energia” 1976.
- [4] Jaźwiński J., Wieremiejczyk W.: *Metoda analizy gotowości pewnej klasy systemów*. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn. Zeszyt 1, 1980.
- [5] Jaźwiński J., Wieremiejczyk W.: *Kryterium wyboru wskaźników niezawodności obiektu i ich zastosowanie*. Informator ITWL, nr 58, 1980.
- [6] Jaźwiński J., Potocki G., Dziadosz N., Jaźwińska I., Krutkow A.: *Podstawowe terminy i pojęcia: Eksploatacja — Niezawodność — Trwałość — Diagnostyka*. ITWL, 1981.
- [7] Jaźwiński J., Ważyńska-Fiok K.: *Niezawodność i bezpieczeństwo systemu sterowania ruchem kolejowym*. Problemy kolejnictwa. Zeszyt 95. Warszawa 1982.
- [8] Kiliński A.: *Podstawy teorii procesu realizacji*. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej. 1979.
- [9] Klatka N.: *Mały słownik cybernetyczny*. WP Warszawa 1973.
- [10] Sadowski Wadim: *Podstawy Ogólnej Teorii Systemów*. PWN. 1978.
- [11] Słownik wyrazów obcych. PWN. Warszawa 1974.

Działalność diagnostyczna dotyczy problematyki znanej od dawna, pojawiającej się z chwilą, gdy w kategoriach ocenowych uwzględnia się stan ocenianego obiektu.

Rozważania prowadzone w zakresie teorii eksploatacji, jak również praktyczna działalność eksploatacyjna są oparte na decyzjach, które w dużej mierze, a często w całości bazują na ocenie stanu eksploatowanego obiektu. Złożoność techniczna i technologiczna obiektów, a także losowy charakter zmian ich stanów eksploatacyjnych narzucają wiele wymagań na formułowanie oceny. Diagnoza jako ocena stanu jest w wielu przypadkach informacją niezbędną do prawidłowego sterowania procesem eksploatacji zarówno w sferze użytkowania jak i obsługi obiektów technicznych.

Rosnąca złożoność urządzeń, wysokie straty ekonomiczne powodowane przez ich postój lub błędne działanie, a niekiedy zagrożenie życia ludzkiego w przypadku ich awarii spowodowały bardzo szybki rozwój teorii i metod diagnostyki technicznej. Tendencje te nie znalazły dotychczas pełnego odzwierciedlenia w eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Urządzenia te jako jeden z podstawowych elementów transportu kolejowego mają decydujący wpływ na sprawność i bezpieczeństwo ruchu kolejowego, tymczasem działalność diagnostyczna w procesie ich eksploatacji jest prowadzona w praktyce w oparciu o doświadczenia eksploatatorów.

Praktyka nabyta w toku wieloletniej pracy jest obok istniejących ogólnych zaleceń podstawą wytworzenia pewnych metod i zasad postępowania, umożliwiających zbieranie informacji o stanie urządzeń, formułowanie diagnoz i podejmowanie decyzji sterujących procesem eksploatacji.

W rezultacie formułowane diagnozy i podejmowane decyzje cechuje subiektywizm, a ich dokładność jest w znacznym stopniu uzależniona od doświadczenia i poziomu wyszkolenia personelu eksploatacyjnego.

Istotny wpływ na jakość dokonywanych ocen mają znacznie ograniczone środki i możliwości diagnostyczne, techniczne i organizacyjne, znajdujące się w dyspozycji eksploatatorów. Zróżnicowanie techniczne i technologiczne struktury urządzeń sterowania ruchem kolejowym ogranicza obszar zastosowań aparatury kontrolno-pomiarowej oraz możliwości automatyzacji procesu diagnostycznego.

Wiele istotnych ograniczeń w realizacji tego procesu wynika z faktu, iż obiektem diagnozowanym są urządzenia sterujące w czasie rzeczywistym ruchem pociągów kolejowych, a ich podstawowym zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa.

Z tego względu uznano za celowe podjęcie prac nad diagnostyką urządzeń srk, a jednym z etapów badań była budowa ich modelu funkcjonalno-diagnostycznego.

1. Własności funkcjonalne i niezawodnościowe systemów srk

Sterowanie ruchem kolejowym polega na realizowaniu przez system srk zbiorów funkcji operacyjnych

Model funkcjonalno-diagnostyczny urządzeń sterowania ruchem kolejowym

i decyzyjnych w stosunku do pojazdów przemieszczających się w elementach sieci kolejowej. Zbiory te są równoważne zadaniom realizowanym przez system w oparciu o jego strukturę techniczną.

Poszczególne zadania na czas swojej realizacji angażują określone zasoby systemu nazwane dalej konfiguracjami funkcjonalnymi, przy czym ich repertuar jest determinowany przez strukturę techniczną, funkcjonalną i organizacyjną systemu.

W warunkach pełnej sprawności systemu każde z zadań jest realizowane w jednej, ściśle określonej konfiguracji i implikuje określoną dynamikę zmian stanów elementów systemu tworzącą algorytm sterowania.

Po zrealizowaniu zasoby systemu tworzące konfigurację są zwalniane i mogą być wykorzystywane do realizacji następnych zadań, przy czym system charakteryzuje się nieprzywłaszczalnością zasobów; oznacza to, że zasoby systemu przydzielone do realizacji określonego zadania mogą być zwolnione tylko przez to zadanie.

Liczba równocześnie wykonywanych zadań, odpowiadająca liczbie równocześnie aktywnych konfiguracji funkcjonalnych jest determinowana przez strukturę powiązań funkcjonalnych i strukturę strumienia zadań. Pojawiające się w czasie pracy systemu niesprawności mogą spowodować niewykonanie zadań, opóźnienie lub też wydłużenie czasu ich realizacji, przy czym niesprawności nieaktywnych w danej chwili konfiguracji są tolerowane przez system i nie mają wpływu na realizację zadań.

Kontrola stanu niezawodnościowego jest realizowana jako kontrola funkcjonowania poszczególnych konfiguracji, przy czym sposób realizacji i głębokości kontroli są zależne od ich aktualnego stanu funkcjonalnego i rodzaju urządzeń.

System podlega również kontroli okresowej, realizowanej według sztywnej strategii off-line i obejmującej poszczególne urządzenia systemu. Częstość kontroli, jej zakres i sposób realizacji jest różny dla poszczególnych urządzeń. W przypadku wykrycia nieprawidłowości system jest poddawany odnowie technicznej. W zależności od aktualnych możliwości personelu obsługi odnowa techniczna rozpoczyna się z chwilą wykrycia uszkodzenia, lub system oczekuje na jej rozpoczęcie.

Jednym z elementów odnowy technicznej jest lokalizacja uszkodzenia. Proces lokalizacji bazuje na logicznej analizie obejmującej objawy uszkodzenia i strukturę funkcjonalną systemu, prowadzonej przez personel obsługi. W przypadku niektórych urządzeń część uszkodzeń jest lokalizowana z ograniczoną dokładnością w procesie kontroli funkcjonowania lub podczas kontroli okresowej.

2. Model funkcjonalno-diagnostyczny urządzeń srk

Analiza własności funkcjonalnych systemów srk pozwala stwierdzić, że obiekty te należą do klasy systemów o strukturze dynamicznej, zmieniającej się w rytm strumieni realizowanych zadań i pojawia-

jących się uszkodzeń. System sterowania ruchem kolejowym można zatem rozpatrywać jako relację określoną w produkcie kartezjańskim następujących zbiorów:

— zbioru zadań

$$Z = \{z^{(i)}\}; i = 1...I$$

Pod pojęciem zbioru Z należy rozumieć zbiór wszystkich przebiegów możliwych do realizacji w oparciu o określoną strukturę techniczną, funkcjonalną i organizacyjną systemu.

— zbioru urządzeń

$$H = \{h_k\}; k = 1...K$$

Przez urządzenie h_k rozumiany jest zbiór istotnych w określonej sytuacji cech oraz ich wartości opisanych przez charakterystyki techniczne, funkcjonalne i niezawodnościowe urządzenia.

— zbioru algorytmów sterowania

$$A = \{A^{(i)}\}; i = 1...I$$

Algorytm $A^{(i)}$ jest zbiorem określonych procedur, według których przebiega realizacja zadania $z^{(i)}$ i składa się z algorytmów elementarnych $a_k^{(i)}$ realizowanych przez urządzenie h_k w zadaniu $z^{(i)}$:

$$A^{(i)} = \bigcup_k a_k^{(i)} \\ k : h_k \in H^{(i)}$$

$H^{(i)}$ — podzbiór urządzeń niezbędnych do realizacji zadania $z^{(i)}$

— systemu operacyjnego SO sterującego i zarządzającego pracą systemu srk.

System operacyjny tworzy personel eksploatacyjny wraz ze znajdującymi się w jego dyspozycji środkami technicznymi i organizacyjnymi.

Wprowadzić można zatem następującą notację systemu:

$$S = \$ \{H, Z, A, SO\}$$

gdzie przez $\$$ oznaczono operator systemu stanowiący „relację systemową” w produkcie kartezjańskim wymienionych zbiorów. Operator systemu realizuje przyporządkowanie każdemu z elementów zbioru Z przez elementy zbiorów H , SO odpowiadający mu element zbioru A i może być zdefiniowany następująco:

$$\$ \{H, Z, A, SO\} \stackrel{\text{def}}{=} S \subset H \times Z \times A \times SO \\ \equiv$$

Każde z napływających do systemu zadań implikuje określoną konfigurację systemu, w której jest ono realizowane. Konfigurację funkcjonalną systemu zdefiniować można jako zasoby systemu niezbędne do realizacji określonego zadania wprowadzając następującą notację:

$$z^{(i)} \Rightarrow S^{(i)} = \$ \{z^{(i)}, H^{(i)}, SO^{(i)}, A^{(i)}\}$$

System sterowania ruchem kolejowym można analizować jako sumę konfiguracji funkcjonalnych

$$S = \bigcup_i S^{(i)}$$

W procesie eksploatacji konfiguracja funkcjonalna systemu może znajdować się w jednym ze stanów wynikających z realizacji zadania, kontroli lub wystąpienia uszkodzenia. Uwzględniając własności funkcjonalne, niezawodnościowe i diagnostyczne systemów srk wprowadzono przestrzeń $\Phi^{(i)}$ stanów, w której dla i -tej konfiguracji funkcjonalnej wyróżniono:

$\varphi_1^{(i)}$ — stan realizacji I fazy algorytmu sterowania $A^{(i)}$ (stan oczekiwania)

$\varphi_2^{(i)}$ — stan realizacji II fazy algorytmu $A^{(i)}$ (stan dozoru jazdy i zwolnienia przebiegu)

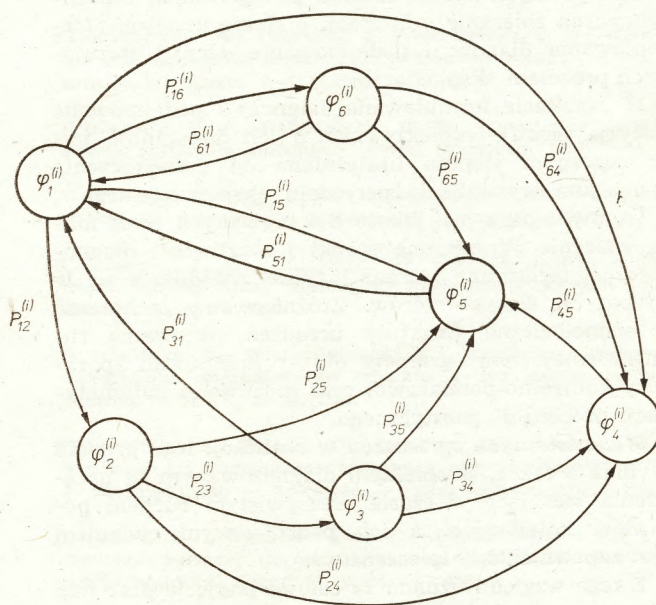
$\varphi_3^{(i)}$ — stan realizacji III fazy algorytmu $A^{(i)}$ (stan dozowania jazdy i zwolnienia przebiegu)

$\varphi_4^{(i)}$ — stan oczekiwania na odnowę techniczną

$\varphi_5^{(i)}$ — stan odnowy technicznej

$\varphi_6^{(i)}$ — stan kontroli okresowej

$$\Phi^{(i)} = \{\varphi_1^{(i)}, \varphi_2^{(i)}, \varphi_3^{(i)}, \varphi_4^{(i)}, \varphi_5^{(i)}, \varphi_6^{(i)}\}$$



Rys. 1. Graf konfiguracji funkcjonalnej

Przyjęte założenia umożliwiają przedstawienie konfiguracji funkcjonalnej jako grafu skierowanego, równoważnego rozważanej strukturze stanów niezawodnościowo-funkcjonalnych i przejść między nimi.

Szczególnie dogodną metodą opisu grafu przedstawionego na rysunku 1 jest proces półmarkowski. Jego zaletą jest stosunkowo prosty aparat matematyczny, zwłaszcza dla procesów stacjonarnych, jak również możliwość przynajmniej częściowego uwzględnienia zależności zdarzeń w systemie oraz stosunkowo duża zgodność uzyskiwanych wyników z rzeczywistością.

Proces półmarkowski pozwala również na uwzględnienie dowolnych rozkładów czasu przebywania systemu w określonym stanie niezawodnościowo-funkcjonalnym.

3. Zakończenie

Przedstawiony sposób modelowania urządzeń sterowania ruchem kolejowym jako dynamicznej struktury niezawodnościowo-funkcjonalnej można z powodzeniem wykorzystywać w bardzo szerokim zakresie badań tej klasy obiektów.

mgr inż. HERONIM SIENKIEWICZ
ZWUS Katowice

W praktyce projektanckiej często występują problemy związane z możliwością stosowania samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu SPA-1, dla linii o układzie torów w pobliżu przejazdu, różnym od występujących w przykładach omawianych w dokumentacji techniczno-ruchowej sygnalizacji SPA-1. Niżej omówiono przypadek przejazdu, jaki często występuje w pobliżu stacji, gdzie strefa oddziaływania sygnalizacji obejmuje z jednej strony linię jednotorową a z drugiej trzytorową.

Sygnalizacja SPA-1 nadaje się do takich sytuacji bez żadnych zmian w urządzeniach. W niektórych przypadkach wydaje się, że istnieje mała liczba wejść zarówno kasujących, jak i wpisujących przerzutników bistabilnych B (MER-210202), głównie przy wykorzystywaniu ich jako przerzutniki kontrolne ($B4 \div B7$) w zestawach logicznych ECH-171011. Zdarza się to dla bardziej złożonych sytuacji terenowo-ruchowych, to jest dla przejazdów zlokalizowanych na przykład w okolicach stacji. Prosty sposób zwielokrotniania wejść omówiono w końcowej części artykułu.

1. Stosowanie SPA-1 dla linii dwutorowej z rozwidleniem

Niżej przedstawiono dwa przykładowe sposoby rozmieszczenia czujników w torach i odpowiadające im wzajemne powiązania elementów zestawów logicznych, pokazane w postaci tablicy funkcjonalnej.

Na rys. 1 pokazano pełny układ torów i jednocześnie pierwszy przykład rozmieszczenia czujników. Dla takiego rozmieszczenia czujników tablicę funkcjonalną zestawu logicznego dla toru 1 przedstawia rysunek 2, a tablicę funkcjonalną zestawu logicznego dla toru 2 przedstawia rysunek 3.

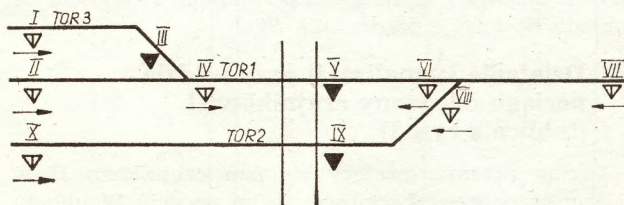
Z zestawem logicznym dla toru 1 współpracują czujniki od I do VII (z torów 1 i 3) a z zestawem logicznym dla toru 2 czujniki od VIII do X.

Bazując na zaproponowanym modelu można rozwiązywać problemy analizy, oceny i optymalizacji procesu diagnostyki jak również wyznaczać charakterystyki niezawodnościowe badanych obiektów. Istnieje również możliwość badania wpływu określonych parametrów funkcjonalnych (organizacja systemu operacyjnego) na efektywność procesu diagnostyki systemów srk oraz ich charakterystyki niezawodnościowe.

Piśmiennictwo

- [1] Konopiński L.: *Metoda diagnostyki urządzeń sterowania ruchem kolejowym*. Rozprawa doktorska. PW 1981 r.
- [2] Zamojski W.: *Modele niezawodnościowo-funkcjonalne systemów cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem systemów jednoprocessorowych*. Prace Naukowe ICT PWr, Monografie nr 10 Wrocław 1980 r.

Wybrane przykłady projektowania samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu SPA-1



Rys. 1. Rozmieszczenie czujników

	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	K1		K2		T1		K3		T		K4		K5	
	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N
M													S1	
B1	S1	R1			R3				R					
B2			S1	R1			S2	R2	R					
B3									R	S1	R1			
B4	S1	R2								S2	R3			
B5			S1	R2						S2	R3			
B6			S				S1	R2				S2	R3	

Rys. 2. Wzajemne powiązanie elementów zestawu logicznego dla toru 1

	VIII		IX		X	
	K1		T		K2	
	W	N	W	N	W	N
B1	S1	R1	R		S2	R2
B4	S1	R2			S2	R3

Rys. 3. Wzajemne powiązanie elementów zestawu logicznego dla toru 2

2. Działanie sygnalizacji przy jeździe pociągu od strony czujników I (tablica z rys. 2)

W czasie przemieszczania się pociągu nad czujnikiem I w kierunku przejazdu impulsy z wyjścia W

układu rozpoznawania kierunku *K1* wzbudzają przerzutniki bistabilne: sterujący *B1* i kontrolny *B4*.

Wzbudzony *B1* włącza urządzenia ostrzegawcze. Pociąg jadąc dalej dojeżdża do czujnika pojedynczego III. Czujnik ten współpracuje z układem wyłączającym impulsowym *TI*. Już pierwsza oś pociągu sprawi, że *TI* zaczyna odliczać 12 sekund, po których na wyjściu *Ti* pojawi się krótki impuls. Ponieważ wyjście *Ti* jest połączone z wejściem kasującym *R3* przerzutnika *B1*, to przerzutnik *B1* zostanie wyzerowany. Jeżeli w ciągu tych dwunastu sekund pojazd nie dojedzie do czujnika IV, to urządzenia ostrzegawcze zostaną wyłączone. Stanie się to wówczas, gdy pojazd szynowy zatrzyma się na torze 3 nie wjeżdżając na tor 1. Jeżeli natomiast w ciągu dwunastu sekund koła pociągu najadą na czujnik IV, to na wyjściu *W* układu *K3* pojawią się impulsy, które wzbudzą przerzutnik sterujący *B2* (podtrzyma włączenie urządzeń ostrzegawczych) i kontrolny *B6*.

Po wjechaniu pociągu na przejazd impulsy z czujnika *V* wyzerują *B1* i *B2* (połączenie wyjścia układu *T* z wejściami kasującymi *B1*, *B2* i *B3* jest wykonane fabrycznie z pominięciem wtyku programowego). Działanie urządzeń ostrzegawczych jest podtrzymywane układem wyłączającym i sumy do chwili, kiedy upływie 4,5 s od zjechania ostatniej osi pociągu z czujnika *V*.

Pociąg, jadąc dalej, sprawdza działanie czujnika VI (impuls z wyjścia *N* układu *K4* kasuje przerzutnik *B4*) i działanie czujnika VII (impuls z wyjścia *N* układu *K5* kasuje przerzutnik *B6*).

3. Działanie sygnalizacji przy jeździe pociągu od strony czujników II (tablica z rys. 2)

Pociąg przemieszczający się nad czujnikiem II w kierunku przejazdu sprawia, że na wyjściu *W* układu *K2* pojawiają się impulsy wzbudzające przerzutniki. Sterujący *B2* i kontrolny *B5*.

Z chwilą, gdy pojazd dojedzie do czujnika IV działanie sygnalizacji jest identyczne z opisanym wyżej dla jazdy pociągu od strony czujników I, z tym tylko, że funkcję przerzutnika kontrolnego *B4* spełnia *B5*.

4. Działanie sygnalizacji przy jeździe pociągu od strony czujników VII do czujników I lub II (tablica z rys. 2)

Pociąg wjeżdżając nad czujnik VII, przez układ *K5* wzbudza przerzutnik monostabilny *M*, który uruchamia urządzenia ostrzegawcze na 36 sekund oraz przerzutnik kontrolny *B6*.

Jeżeli w czasie wspomnianych 36 s pociąg nie dojedzie do czujnika VI to urządzenia ostrzegawcze zostaną wyłączone. Dojechanie pociągu do czujnika VI powoduje podtrzymanie działania urządzeń ostrzegawczych lub ponowne ich włączenie przez wzbudzenie *B3*.

Punktem VI wzbudza się także przerzutniki kontrolne *B4* i *B5*. Jadący dalej pociąg wjeżdżając na przejazd czujnikiem *V* przez układ *T* zeruje przerzutnik *B3*. Czujnik IV sprawdza się przez kasowanie *B6*. Jeżeli pociąg pojedzie dalej torem 1 to sprawdzony będzie czujnik II przez wyzerowanie *B5* (*B4* pozostanie wówczas wzbudzony do czasu jazdy pociągu po torze 3 nad czujnikiem I w kierunku od

przejazdu lub nad czujnikiem VI także w kierunku od przejazdu).

Jeżeli natomiast pociąg pojedzie dalej torem 3, to sprawdzany będzie czujnik I przez wyzerowanie *B4* (*B5* pozostanie wówczas niewyzerowany).

5. Działanie sygnalizacji przy jeździe pociągu od strony czujników VII do czujników X (tablice z rys. 2 i 3)

Działanie sygnalizacji w tym przypadku, w pierwszej fazie jest identyczne z opisanym wyżej, tzn. czujnik VII przez układ *K5* i przerzutnik *M* włącza urządzenia ostrzegawcze na 36 s (tablica z rys. 2).

Po upływie tego czasu przerzutnik *M* zeruje się samoczynnie. Pociąg wjeżdżając na tor 2 najedzie na czujnik VIII. Impulsy z tego czujnika, przez wyjście *W* układu *K1* (tablica z rys. 3) wzbudzają przerzutnik sterujący *B1* i kontrolny *B4*. *B1* podtrzymuje włączenie urządzeń ostrzegawczych lub włącza je ponownie. Pociąg dojeżdżając do przejazdu kasuje, przez czujnik IX i układ *T*, przerzutnik *B1*. Po upływie 4,5 s od zjechania ostatniej osi z czujnika IX układ *T* wyłącza urządzenia ostrzegawcze.

Pociąg dojeżdżając do czujnika X sprawdza go drogą kasowania przerzutnika *B4*.

Zwrócić należy tutaj uwagę na fakt, że w pierwszej fazie jazdy pociągu działają układy logiczne z zestawu dla toru 1, a w drugiej układy z zestawu logicznego dla toru 2.

6. Działanie sygnalizacji przy jeździe pociągu od strony czujników X do czujnika VIII (tablica z rys. 3)

Pociąg wjeżdżając nad czujnik X sprawia, że impulsy z czujnika wzbudzają przez *K2* przerzutniki *B1* i *B4*. Przerzutnik *B1* będzie wyzerowany, po wjeździe pociągu nad czujnik IX 2, układem *T*. Przerzutnik *B4* zostanie wyzerowany impulsem z wyjścia *N* układu *K1* po dojechaniu pociągu do czujnika VIII, przez co zostanie sprawdzona sprawność tego czujnika.

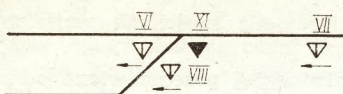
7. Drugi wariant rozmieszczenia czujników

Na rys. 4 pokazano inny sposób rozmieszczenia czujników dla omawianego przejazdu. Stosownie do tak rozmieszczonych czujników zmieniała się obsada zestawów logicznych w układy elektroniczne.

Tablicą funkcjonalną zestawu logicznego dla toru 1 w nowym układzie jest tablica z rys. 2, ze skreśloną kolumną 2 z czujnikiem VII. Nowa tablica funkcjonalna zestawu logicznego dla toru 2 jest pokazana na rys. 5.

Różnica w działaniu sygnalizacji dotyczy jazdy pociągów od strony czujników VII. Zamiast włączania sygnalizacji przerzutnikiem monostabilnym na 36 s, włącza się ją przerzutnikiem sterującym *B1* (tablica z rys. 5) na czas potrzebny do pojawienia się pociągu nad czujnikiem pojedynczym XI. Impulsy z czujnika XI, przez układ *TI*, wyzerują po 12 s przerzutnik *B1*.

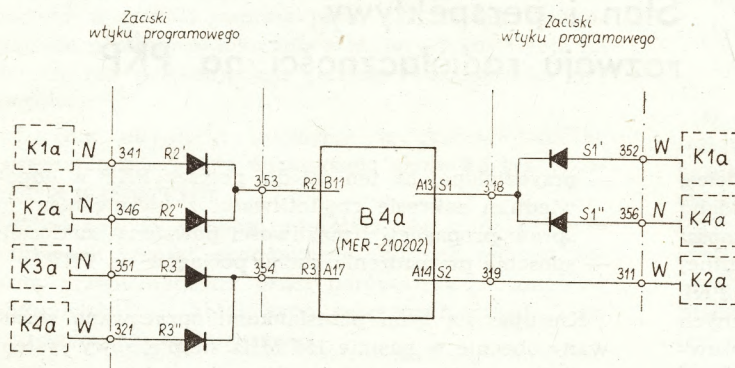
Jadący dalej pociąg podtrzyma lub ponownie uruchomi urządzenie ostrzegawcze sygnalizacji czujnikiem VI, związanym z zestawem logicznym dla toru 1 lub czujnikiem VIII związanym z zestawem logicznym dla toru 2.



Rys. 4.
Rozmieszczenie
czujników,
druga wersja

	X		IX		VIII		XI		VII	
	K1		T		K2		T1		K3	
	W	N	T	W	N	T1	W	N	W	N
B1			R			R2	S1	R1		
B2	S1	R1	R	S2	R2					
B4	S1	R2		S2	R3					
B5	S1	R2					S2	R3		

Rys. 5. Wzajemne powiązanie elementów zestawu logicznego dla toru 2, wersja druga



Rys. 6. Przykład zwiększenia liczby wejść kasujących do 4 i wpisujących do 3 układu bistabilnego B4a

Czujniki VII i XI muszą być powiązane z zestawem logicznym dla toru 2, gdyż w zestawie logicznym dla toru 1 układ wyłączający impulsowy TI jest już wykorzystywany.

8. Uwagi dotyczące projektowania urządzeń SPA-1

Podane przykłady zastosowania sygnalizacji SPA-1 dla omawianej konfiguracji torów nie są oczywiście jedyne. O wyborze jednego z kilku możliwych wariantów, oprócz konfiguracji, decydować muszą prędkości jazdy pociągów na poszczególnych odcinkach torów oraz odległości pomiędzy zwrotnicami a przejazdem.

Szczególnie starannie należy rozważać przypadki, kiedy pociąg jedzie w kierunku przejazdu, a następnie wycofuje się innym torem, np. jedzie od czujników II, a wycofuje się torem 3.

W niektórych sytuacjach może okazać się korzystne pokrycie odcinków między czujnikami IV i VI oraz między VIII a IX elektrycznym obwodem torowym EON-1.

Stosowanie EON-u ma tę zaletę, że urządzenia ostrzegawcze są uruchamiane zawsze, kiedy pojazd szynowy znajdzie się w strefie działania niezależnie od faktu, czy się porusza i z jakiego kierunku, czy też stoi.

Należy także mieć na względzie to, że niezawodność urządzenia maleje gwałtownie w miarę zwiększania liczby punktów oddziaływania.

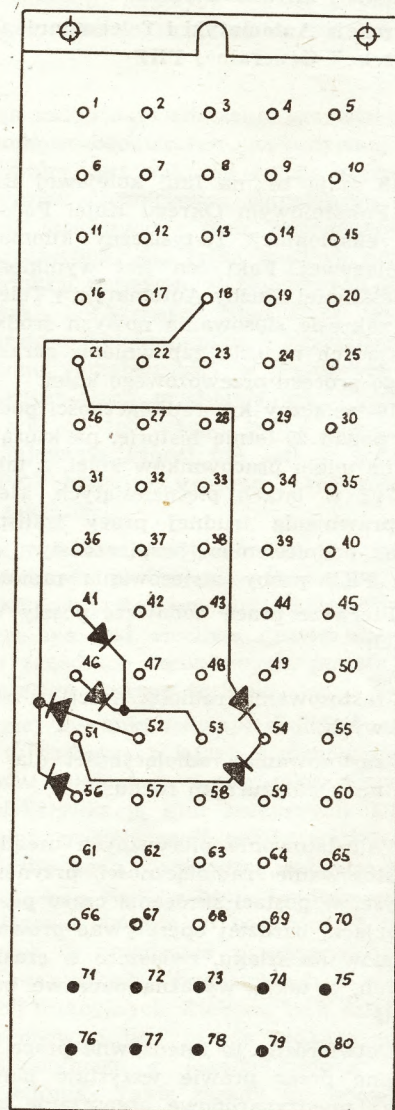
9. Zwiększenie liczby wejść układów bistabilnych i monostabilnych

W sygnalizacji SPA-1 nie wolno łączyć ze sobą wyjść układów rozpoznawania kierunku K, to zna-

czy nie wolno podawać bezpośrednio na jedno wejście przerzutnika B lub M dwóch lub więcej wyjść układów K.

Istnieje prosty sposób powiększenia liczby wejść tak wpisujących S jak i kasujących (zerujących) R za pomocą diod. Sposób podwojenia każdego z wejść pokazano na rys. 6.

Układy te znane są w elektronice jako sumy na diodach. Do zwielokrotnienia wejść nadaje się praktycznie każda dioda sygnałowa lub prostownicza. Ze względu na sposób mocowania i wielkość diody zaleca się stosować jeden z typów: BAVP 19; BAVP 20; BAVP 21.



Rys. 7. Rozmieszczenie diod na wtyku programowym

Wejścia układów B praktycznie łączone są z wyjściami układów K i V. Wszystkie nadające się do wykorzystania wejścia układów bistabilnych są wyprowadzone na zaciski wtyku programowanego. Na zaciski wtyku programowanego są także wyprowadzone wyjścia układów K i V. Wynika stąd, że zwielokrotnienie wejścia układu B to łączenie tego wejścia z odpowiednimi wyjściami układów K i V na wtyku programowym za pomocą diod, w przeciwieństwie do innych połączeń na wtyku, które wykonuje się za pomocą odcinka przewodu (mostka).

Na rys. 6 pokazano przykład zwiększenia liczby wejść kasujących do 4 i wpisujących do 3 układu bistabilnego B4a.

Na rys. 7 pokazano widok wtyku programowego z zaznaczonymi na nim diodami z rys. 6.

Diody te należy montować w koszulkach izolacyjnych, żeby nie stykały się z sąsiednimi zaciskami, zwracając szczególną uwagę na właściwą ich polaryzację.

Nie ma ograniczeń dotyczących maksymalnej liczby wejść jaką można zrealizować dla danego układu B. Należy natomiast dbać o to, by wyjścia układów K

były obciążone nie więcej niż sześcioma wejściami układów B i M.

Wszystko to co zostało wyżej przedstawione odnośnie wejść przerzutników B dotyczy także wejść wpisujących przerzutników monostabilnych M.

Piśmiennictwo

[1] *Samoczynna sygnalizacja przejazdowa SPA-1*, Dokumentacja techniczno-ruchowa. ZWUS — Katowice, 1981 r.

[2] Sienkiewicz H.: *Samoczynna sygnalizacja przejazdowa SPA-1*. Automatyka Kolejowa 4, 1983 r.

inż. JAN MACIEJEWSKI

Dyrekcja Automatyki i Telekomunikacji
Dyrekcji Generalnej PKP

Stan i perspektywy rozwoju radiołączności na PKP

18 maja br. na linii kolejowej Rzeszów — Ociec, w Południowym Okręgu Kolei Państwowych oddano do eksploatacji 10-tysięczny kilometr radiołączności pociągowej. Fakt ten jest wynikiem konsekwentnej działalności Służby Automatyki i Telekomunikacji PKP w zakresie stosowania nowych środków technicznych mających na celu zapewnienie coraz bardziej sprawnego procesu przewozowego kolei.

10-tysięczny km radiołączności pociągowej ma swoją ponad 20-letnią historię, na którą złożyły się działania wielu pracowników kolei, a także niekolejarzy.

Już w latach pięćdziesiątych, kierując się zasadą usprawnienia trudnej pracy transportu kolejowego oraz podniesieniem bezpieczeństwa ruchu, rozpoczęto na PKP próby zastosowania radiołączności.

Pierwsze prace badawcze poszły w dwóch kierunkach:

- zastosowania radiołączności na stacjach rozrządowych;
- zastosowania radiołączności dla łączności maszynisty z dyżurnym ruchu.

Zainstalowanie pierwszych urządzeń wykazało, że zastosowanie radiołączności przynosi wymierne korzyści w postaci skrócenia czasu postoju wagonów na stacjach, bardziej operatywne prowadzenie ruchu pociągów na szlaku, zwłaszcza w czasie zamknięć torowych, a także wyraźną poprawę bezpieczeństwa ruchu.

Potwierdziły to intensywne prace badawcze prowadzone przez prawie wszystkie państwa europejskie oraz międzynarodowe organizacje kolejowe jak UIC i OSŻD.

Podstawą wprowadzenia radiołączności na PKP było opracowanie w latach 1966÷1968 przez Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa „Studium koncepcyjnego łączności radiotelefonicznej PKP”. Studium opierało się na:

- analizie systemów radiołączności stosowanych przez koleje zagraniczne;
- analizie potrzeb eksploatacyjnych PKP;
- możliwościach zastosowania sprzętu produkcji krajowej;

- przydzielonej na ten cel dla potrzeb PKP w odpowiednim zakresie częstotliwości z uwzględnieniem spraw propagacji i możliwości powstania zakłóceń;
- sposobie prowadzenia ruchu pociągów na PKP.

Kierując się tymi przesłankami opracowano stosowany obecnie w pasmie 150 MHz simpleksowy system radiołączności, charakteryzujący się selektywnym wywołaniem grupowym i odpowiadający technicznie aktualnym możliwościom produkcyjnym przemysłu krajowego.

Rys historyczny zastosowania radiołączności pociągowej na PKP przedstawia się następująco:

W roku 1967 zainstalowano na doświadczalnym odcinku linii Warszawa — Skierniewice pierwsze stacje bazowe (radiotelefony lampowe) oraz 3 radiotelefony przewożone na lokomotywach serii ET-21.

Wynikiem tych doświadczeń było uruchomienie produkcji seryjnej urządzeń radiołączności pociągowej i wdrożenie systemu na dalszych liniach:

w 1972 r. — na magistrali węglowej Tarnowskie Góry — Gdynia,

w latach 1973÷1974 — na liniach: Lublin — Dęblin — Kielce — Tunel — Katowice z odgałęzieniem od Dębina do Warszawy.

Zaprzestanie w 1973 r. produkcji radiotelefonów lampowych przez krajowego producenta Zakłady Radiowe „Radmor” w Gdyni wstrzymało na krótki czas postęp w wyposażaniu dalszych linii kolejowych w radiołączność pociągową. Niemniej jednak okres ten ZR „Radmor” przy współpracy z COBiRTK wykorzystywał na opracowanie radiotelefonu całkowicie tranzystorowego, spełniającego wymagania kolejnictwa.

Wyprodukowanie w 1976 r. serii 500 szt. 10-kanalowych radiotelefonów tranzystorowych i rozpoczęcie ich instalacji na linii Warszawa — Katowice pozwoliło w grudniu 1977 r. oddać do eksploatacji 2-tysięczny km radiołączności pociągowej.

Maj 1979 r. przyniósł kolejny jubileusz oddania do eksploatacji 5-tysięcznego km radiołączności.

Podsumowując ten krótki rys historyczny należy nadmienić, że jeżeli w 1953 roku na PKP eksploatowano 30 radiotelefonów, w 1965 roku — 322, w 1970 — 2200, w 1973 — 6600, to w 1983 r. PKP dysponu-

ją już liczbą ponad 25 tys. urządzeń, przy czym w tym czasie znaczna część urządzeń lampowych została wymieniona na tranzystorowe.

Równolegle z instalacją urządzeń stacjonarnych jest realizowana sukcesywna zabudowa instalacji radiotelefonicznych na lokomotywach, a następnie wyposażanie lokomotyw w urządzenia.

W rezultacie do chwili obecnej ponad 90 proc. lokomotyw elektrycznych ma instalacje, a ponad 80 proc. jest wyposażonych w radiotelefony przewoźne.

Analogiczne liczby dotyczące lokomotyw spaliniowych są mniejsze: 35 proc. lokomotyw ma instalacje, a 15 proc. zamontowane urządzenia przewoźne. Stan ten jest spowodowany brakiem fabrycznych instalacji na nowych lokomotywach (instalacje są wykonywane dopiero w trakcie napraw przez ZNTK) oraz kursowaniem niektórych lokomotyw mających instalacje na liniach nie posiadających jeszcze radiolączności pociągowej.

Łącznie na dzień dzisiejszy w radiotelefoniczne urządzenia przewoźne wyposażono około 2,5 tys. lokomotyw pociągowych.

O planowym rozwoju radiolączności zdecydowały konkretne wyniki ekonomiczne, których analiza została przeprowadzona przez porównanie parametrów wybranych linii kolejowych osiąganych przed- i po wprowadzeniu radiolączności.

Jako mierniki wybrano:

Dla określenia bezpieczeństwa ruchu:

- łączną liczbę wypadków pociągowych (w rozpatrywanym okresie obliczeniowym);
- łączne straty spowodowane wypadkami.

Dla określenia regularności ruchu:

- przeciętne opóźnienia pociągów;
- łączne straty wynikające z opóźnień.

Przy braku jakichkolwiek innych zmian technicznych na linii w rozpatrywanym okresie obliczeniowym określono, że okres zwrotu nakładów inwestycyjnych poniesionych przy budowie radiolączności wynosi dla linii o dużym natężeniu ruchu około pół roku, czyli zwrot nakładów następuje w bardzo krótkim czasie.

Na podstawie przeprowadzanych badań i uzyskiwanych doświadczeń widać celowość i potrzebę dalszego wyposażenia linii kolejowych i stacji w coraz to nowe sieci i systemy radiolączności. W związku z tym w ramach planowanych prac związanych z modernizacją kolei przewiduje się dalszy, znaczny rozwój radiolączności.

Mimo wzrostu dostaw urządzeń radiotelefonicznych, potrzeby transportu kolejowego są ciągle jeszcze nie zaspokojone. Pokrywa się to z faktem, że obecne nasycenie w radiotelefony pracujące w różnego rodzaju sieciach radiotelefonicznych PKP jest mniejsze niż w innych przodujących kolejach zagranicznych.

Wiedząc, że dalsze ilościowe i jakościowe wyposażenie w środki łączności radiowej wszystkich służb transportu kolejowego będzie przyczyniać się w znacznym stopniu do doskonalenia pracy kolei oraz podniesienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego, podjęto szereg działań mających na celu rozwiązanie niektórych problemów i zadań naukowo-technicznych (ze

szczególnym uwzględnieniem rozwoju radiolączności pociągowej), takich jak np.:

- zapewnienie odpowiedniej jakości i niezawodności systemów i urządzeń radiotelefonicznych;
- przeniesienie radiolączności pociągowej w nowe, dwupasmowe zakresy częstotliwości;
- zapewnienie pełnej kontroli pracy sieci radiolączności pociągowej;
- budowa nowej, automatycznej sieci radiotelefonicznej połączonej z siecią telefoniczną PKP;
- wprowadzenie nowych, zdalnych metod automatycznej kontroli sprawności urządzeń stacjonarnych i przewoźnych.

W realizacji tych zadań duże znaczenie przywiązuje się do prac naukowo-badawczych wykonywanych przez COBIRTK, który jest autorem całego szeregu opracowań i rozwiązań technicznych wdrażanych na PKP. Zastosowanie niektórych z nich, odpowiadających specyfice kolejnictwa, jest tylko możliwe przez uruchomienie produkcji urządzeń w Kolejowych Zakładach Automatyki i Łączności. Stąd dużą wagę Dyrekcja Automatyki i Telekomunikacji przywiązuje do rozbudowy pionu radiolączności w niektórych z tych zakładów. Dzięki temu produkcja wielu urządzeń dostosowanych do technologii pracy poszczególnych służb kolejowych, której nie jest w stanie zrealizować dla PKP przemysł krajowy, zapewniona jest we własnym zakresie.

Działania te nie wykluczają dotychczasowej współpracy z elektronicznym przemysłem krajowym, a zwłaszcza z Zakładami Radiowymi „Radmor” w Gdyni, bez którego nie jest możliwe rozwiązywanie całego kompleksu zagadnień technicznych, powstających w wyniku stałego postępu techniki.

Wspomniane wyżej kierunki rozwoju radiolączności będą wiązały się w najbliższych latach z planowanym rozwojem transportu kolejowego, w tym także z szybko postępującą elektryfikacją linii kolejowych. Dlatego w dalszym ciągu radiolączność pociągowa i inne sieci radiotelefoniczne będą wyprzedzać założone do 1990 roku plany rozwoju elektryfikacji. Do tego roku radiolączność pociągowa obejmie co najmniej 18 tys. km linii kolejowych, a urządzenia przewoźne będą zainstalowane na wszystkich lokomotywach i elektrycznych zespołach trakcyjnych. Efektem tych działań powinna stać się obowiązująca zasada „zakazu wyjazdu pojazdu trakcyjnego z lokomotywni bez sprawnego radiotelefonu”. Takie zasady już obowiązują w wielu zarządkach kolejowych.

Poprawa bezpieczeństwa ruchu kolejowego wiąże się z zapewnieniem pełnej kontroli dyscypliny pracy w sieci radiolączności pociągowej. Będzie ona możliwa po rozpoczęciu produkcji przez KZA tzw. „systemu identyfikacji” i zamontowaniu tych urządzeń na lokomotywach i w punktach stacjonarnych. System zapewni awaryjne automatyczne zdalne hamowanie pociągów z jednoczesną rejestracją sprawy wysłania sygnału alarmowego. Alarm będzie mógł być wysłany przez każdego maszynistę lub dyżurnego ruchu, w przypadkach zagrożenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego.

System ten, planowany do zastosowania od 1985 roku, jest wynikiem realizacji wniosków komisji rządowych badających przyczyny wypadków kolejowych.

Wiadomo, że stosowane obecnie urządzenia radiołączności kolejowej zapewniają tylko simpleksową łączność maszynisty z dyżurnym ruchu, co jest zgodne z zasadami prowadzenia ruchu kolejowego stosowanymi na PKP. Należy jednak pamiętać, że w większości zarządów kolejowych innych państw stosuje się systemy scentralizowane prowadzenia ruchu przez dyspozytora i sieci radiołączności pociągowej z dwupleksowym rodzajem pracy umożliwiającym przesyłanie zakodowanych informacji i rozkazów. W ramach Międzynarodowego Związku Kolei (UIC) i Organizacji Współpracy Kolei (OSZD) są prowadzone uzgodnienia mające na celu powszechne zastosowanie tych systemów na liniach międzynarodowych, a także na liniach wewnątrz krajowych.

PKP mają zarezerwowane do tego celu niezbędne kanały dwupleksowe w pasmie 450 MHz i są zobowiązane wobec resortu łączności do podjęcia działań w zakresie opracowania planów ich zastosowania. W najbliższych więc latach planuje się rozpocząć analizę techniczno-ekonomiczną możliwości realizacji tych systemów na PKP. Oceniając obecne warunki techniczne i ekonomiczne można przewidywać, że realizacja pierwszych systemów dwupleksowych na wybranych liniach magistralnych będzie możliwa na przełomie lat osiemdziesiątych, dziewięćdziesiątych. Należy nadmienić, że nowoczesne systemy dyspozytorskie charakteryzują się przesyłaniem kodowo-cyfrowych informacji z zabezpieczeniem ich wierności przy zastosowaniu układów mikroprocesorowych.

Istnieje cały szereg przypadków, w których rozkazy dotyczące jazdy pociągów na sygnał „stój” podawane są drogą radiową. Dla zapewnienia pełnego bezpieczeństwa ruchu konieczne jest więc ograniczanie dostępu do sieci radiołączności pociągowej tylko do potrzeb dyżurnych ruchu i maszynistów lokomotyw. Dlatego obok sieci radiołączności pociągowej są budowane inne sieci technologiczne, z których powinni korzystać pozostali użytkownicy włączeni obecnie do sieci radiołączności pociągowej. Między innymi temu celowi służyć będzie opracowany przez COBIRTK „koncentrator radiotelefonów” umożliwiający za pomocą jednego lub dwóch zespołów nadawczo-odbiorczych nasłuchiwanie i obsługę kilku kanałów pociagowych oraz kanałów sieci drogowej i utrzymania. Przeprowadzone próby na terenie Centralnej DOKP potwier-

dziły celowość stosowania tego typu urządzenia. Jego produkcja powinna się rozpocząć w 1985 r.

Obok sieci radiołączności pociągowej plany modernizacji obejmują cały szereg innych sieci liniowych i stacyjnych. Już obecnie trwają przygotowania do przebudowy od podstaw istniejącej sieci dyspozycyjnej. Obecnie instalowane urządzenia serii informacyjnej tej sieci nie ustępują pod względem rozwiązywania systemowego standardowym opracowaniom firm zachodnich. W rezultacie PKP jako pierwsze w kraju przedsiębiorstwo otrzymają nowoczesny automatyczny wielokanałowy środek łączności, za pomocą którego abonenci ruchomi będą mogli nawiązywać łączność między sobą oraz ze wszystkimi abonentami telefonicznymi PKP. Sieć ta pozwoli w sytuacjach awaryjnych zapewnić natychmiastowe przekazanie informacji z każdego punktu linii kolejowej. Budowę sieci planuje się zakończyć w 1986 r.

Plany elektryfikacji linii kolejowych wiążą się jednoznacznie z rozbudową sieci „dyspozytora sieci i zasilania”, która w oparciu o różne rozwiązania systemowe obejmuje około 70% zelektryfikowanych linii kolejowych. W celu ujednolicenia systemu pracy tej sieci do 1986 r. zostanie wprowadzony jeden jednolity system dla wszystkich DOKP.

Sieć ta zapewni dyspozytorowi zarządzającemu właceniem, wyłączeniem lub zmianami sekcjonowania sieci trakcyjnej otrzymywanie ciągłych informacji o stanie prowadzonych prac, przez co czas zamknięcia torowych z powodu prac na torach zostanie znacznie skrócony.

Kierunki działania Dyrekcji Automatyki i Telekomunikacji w zakresie rozwoju i modernizacji dotyczą wszystkich sieci radiotelefonicznych. Każda z budowanych sieci ma określone zadania, które muszą być realizowane w miarę posiadanych możliwości sprzętowych. Dlatego z roku na rok liczba urządzeń radiotelefonicznych systematycznie wzrasta. Planuje się, że do 1990 roku osiągnie ona swą docelową wielkość. Powstanie także wiele nowych urządzeń współpracujących, tworzących skomplikowane systemy oparte o dostępne w kraju podzespoły elektroniczne.

Podsumowując powyższe należy dodać, że radiołączność jest dziedziną, która się ciągle rozwija i której znaczenie jest doceniane we wszystkich zarządach kolejowych na całym świecie. Zrozumiałe są więc działania mające na celu dalszy jej rozwój. Pozwoli to, mimo napotykania wielu trudności, sprostać istniejącym obecnie i przyszłym wymaganiom transportu kolejowego.

JERZY SZABATIN

Podstawy teorii sygnałów

Wyd. 1, format B5, str. 500, cena 240 zł

W książce omówiono matematyczne podstawy teorii sygnałów. Przedstawiono metody, opisu i analitycznej reprezentacji (dyskretnej i ciągłej) sygnałów deterministycznych oraz stochastycznych, przy czym na te ostatnie położono szczególny nacisk. Omówiono częstotliwościową analizę sygnałów. Szczegółowo przedyskutowano zagadnienie próbkowania sygnałów. Ponadto

omówiono ogólne zasady, klasyfikację i podstawy teoretyczne różnych modulacji jako zasadniczej operacji w dziedzinie transmisji sygnałów.

Odbiorcy: ogół elektroników, a przede wszystkim studenci odpowiednich kierunków szkół wyższych. Książka może być użyteczna dla słuchaczy studiów podyplomowych i doktoranckich.

Do nabycia w księgarniach „Domu Książki”

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności

Modernizacja stacji rozrządowej w Łazach

27 maja 1983 roku została przekazana do eksploatacji zmodernizowana — w ciągu 10 miesięcy — stacja rozrządowa w Łazach. Uroczystego otwarcia stacji dokonał — w obecności gospodarzy województwa katowickiego i przedstawicieli kierownictwa Ministerstwa Komunikacji — mgr inż. Kazimierz Jacukowicz, b. Podsekretarz Stanu MK. W uroczystości tej wzięli udział uczestnicy konferencji zorganizowanej przez Sekcję Główną Kolejową i Sekcję Kolejową Katowickiego Oddziału Wojewódzkiego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji.

Uczestnicy konferencji wysłuchali referatów:

- 1) mgra Edwarda Fojcika — zastępcy naczelnika Zarządu Ruchu Śląskiej DOKP — *Organizacja ruchu towarowego w okresie przebudowy stacji rozrządowej w Łazach,*
- 2) mgra inż. Edwarda Kopcińskiego — dyrektora Departamentu Inwestycji MK — *Koncepcja modernizacji stacji rozrządowych PKP,*
- 3) mgra inż. Bogdana Chudziaka — naczelnego dyrektora Dyrekcji Budownictwa Kolejowego — *Technologia przebudowy układu torowego stacji rozrządowej w Łazach,*
- 4) mgra inż. Kazimierza Goździka — dyrektora Kolejowych Zakładów Automatyki w Katowicach — *Budowa urządzeń zabezpieczenia ruchu, łączności i energetyki na stacji w Łazach,*
- 5) mgra inż. Stanisława Makowskiego — dyrektora Zakładów Wytwórczych Urządzeń Sygnalizacyjnych w Katowicach — *Środki techniczne dla mechanizacji i automatyzacji pracy rozrządowej i doświadczenia z ich zabudowy na stacji rozrządowej w Łazach.*

W dyskusji zabrali głos: dr inż. Leszek Rudziński z Centralnego Biura Projektowo-Badawczego, mgr inż. Kazimierz Jacukowicz, mgr inż. Bonifacy Szymański — zastępcę naczelnego dyrektora Dyrekcji Ruchu Kolejowego i mgr inż. Czesław Krupowies — zastępcę naczelnego dyrektora Śląskiej DOKP.

W „Automatyce Kolejowej” drukujemy referat mgra inż. Stanisława Makowskiego. (sk)

mgr inż. STANISŁAW MAKOWSKI
ZWUS Katowice

Środki techniczne dla mechanizacji i automatyzacji pracy rozrządowej oraz doświadczenia z ich bu- dowy na górze rozrządowej stacji Łazy

Minęło ponad 20 lat od uruchomienia przemysłowej produkcji hamulców torowych oraz urządzeń napędowo-sterujących w Zakładach Wytwórczych Urządzeń Sygnalizacyjnych. Stworzone zostały w ten sposób warunki dla mechanizacji pracy rozrządowej na PKP.

Z okazji zainstalowania i uruchomienia w maju br. hamulców torowych na górze rozrządowej stacji Łazy warto wspomnieć o zasadniczych przynajmniej zmianach modernizacyjnych jakim były poddawane te urządzenia w okresie wyprodukowania prototypu w 1961 r. do chwili obecnej. Sam hamulec torowy zachował właściwie swą pierwotną konstrukcję, a wprowadzono w nim jedynie zmiany o charakterze usprawnień technologicznych, bądź dla uzyskania oszczędności materiałowych.

Urządzenia napędowo-sterujące przeszły kilka razy gruntowną rekonstrukcję. W pierwszym rozwiązaniu do sterowania hamulcami był używany elektrohydrauliczny regulator położenia importowany z firmy Hagenuk (RFN). Aparat ten zastąpiono następnie układem zaworowym z zastosowaniem zaworów produkcji krajowej. System ten okazał się jednak zbyt energochłonny, gdyż sterowanie hamulcem odbywało się maksymalnym ciśnieniem w funkcji czasu. Wymagało to przepompowywania dużych ilości oleju i intensywnej pracy pomp hydraulicznych.

Kolejna, stosowana obecnie odmiana urządzeń napędowo-sterujących polega na wprowadzeniu nowych, o wysokiej niezawodności elementów hydrauliki siłowej, takich jak elektrozawory, rozdzielacze, filtry, elementy kontroli ciśnienia itp. oraz wprowadzeniu dodatkowego układu w napędzie hamulca torowego — tzw. ciśnienia podporowego. Mamy zatem dwa układy ciśnieniowe — jeden normalnego ciśnienia roboczego i drugi ciśnienia podporowego stanowiącego około 1/3 roboczego. Hamowanie polega na podaniu do cylindrów hamulca torowego ciśnienia roboczego, natomiast odhamowanie następuje przy podaniu ciśnienia podporowego. Przy tym obniżonym ciśnieniu ustaje efekt hamowania wagonów, a więc nie ma normalnie potrzeby obniżania ciśnienia do zera. W rezultacie uzyskujemy znaczną oszczędność energetyczną, gdyż przy następnym cyklu hamowania trzeba ciśnienie w instalacji i cylindrach hamulca podnieść jedynie do wartości ciśnienia roboczego. Niezależnie od oszczędności energetycznych uzyskuje się przy tym sterowaniu znaczne przyspieszenie działania hamulca torowego, skrócenie czasu reakcji ciężkiej jego konstrukcji na sygnały podawane przyciskami sterowniczymi z pulpitu operatora. Na stacji Łazy zabudowano właśnie takie urządzenia napędowo-sterujące oraz cztery hamulce torowe.

Z realizacji wielkiej kompleksowej inwestycji na stacji rozrządowej Łazy płyną dla wszystkich wykonawców nowe, ważne doświadczenia. W zakresie produkcji urządzeń hamulców torowych potwierdziła się raz jeszcze przyjęta zasada wysokiego stopnia prefabrykacji urządzeń. Szczególnie dotyczy to urządzeń

napędowo-sterujących, których podzespoły w postaci kompletnych szaf sterowniczo-rozdziałczych układu elektrycznego, bloków sterowania elektrohydraulicznego, zbiornika olejowego z wyposażeniem itd. są dostarczane na plac budowy gotowe do włączenia w układ elektryczny bądź hydrauliczny. Na stacji wykonuje się więc tylko instalacje zewnętrzne i ogrzewcze hamulców torowych oraz połączenia i mocowania poszczególnych podzespołów aparatury.

Produkcję i montaż urządzeń hamulcowych dla górrek rozrządowych wykonują Zakłady Wytwórcze Urządzeń Sygnalizacyjnych — Zakład Produkcyjny w Żorach. Dzięki wysokiemu poziomowi specjalizacji zawodowej brygad roboczych oraz organizacji pracy polegającej na tym, że montaż fabryczny, a następnie montaż w terenie wykonują ci sami pracownicy; jakość i tempo prac jest bardzo dobre.

Proces zabudowy hamulców torowych na górcie rozrządowej jest uzależniony od przygotowania układu torowego, budynków, zasilania elektrycznego i ciepłego oraz nieprzewodzenia ruchu kolejowego. Należy podkreślić, że wszystkie te warunki i czynniki zostały spełnione i zsynchronizowane dzięki zamknięciu stacji Łazy dla ruchu pociągów. Zyskała na tym również jakość i terminowość wszystkich robót, co umożliwiło wykonanie całego zadania generalnej przebudowy stacji w 10 miesięcy, w tym zabudowę w ciągu zaledwie 9 tygodni 4 hamulców torowych i urządzeń napędowo-sterujących.

Ten sukces w sferze techniczno-organizacyjnej i psychologicznej powinien być z całą konsekwencją wykorzystywany przy budowie urządzeń na następnych stacjach. Ma to szczególne znaczenie wobec planowanego wyposażenia w system mechanizacji lub automatyzacji rozrządu dwóch górrek rocznie, o czym szeroko informowała prasa codzienna na podstawie wypowiedzi ministra komunikacji.

Doświadczenia uzyskane na stacji Łazy potwierdziły w całej rozciągłości wnioski ujęte w uchwale podjętej na konferencji naukowo-technicznej na temat „Automatyzacja procesu grawitacyjnego rozrządzania wagonów na PKP” odbytej w dniach 16—17 grudnia 1982 r. w Jaszowcu. Pełny tekst tej uchwały opublikowano w miesięczniku „Automatyka Kolejowa” nr 3 — marzec 1983 r.

Wróćmy jednak do wyposażenia górki rozrządowej w Łazach. Zainstalowane tam hamulce torowe odstępowe oraz indywidualne, elektryczne nastawianie zwrotnic w strefie podziałowej stanowią pierwszy stopień mechanizacji pracy tej górki. W następnej kolejności przewiduje się zabudowę hamulców torowych na torach kierunkowych, samoczynne przestawianie zwrotnic w strefie podziałowej i automatykę regulacji prędkości staczanych odpręgów.

Dla pełnej realizacji tego programu automatyzacji są prowadzone intensywne prace naukowo-badawcze, konstrukcyjne, technologiczne, wdrożeniowe oraz badania eksploatacyjne elementów składowych systemu mechanizacji i automatyzacji pracy górrek rozrządowych.

Celem tych działań jest stworzenie nowoczesnej bazy sprzętowej, umożliwiającej tworzenie w różnej konfiguracji wyższych poziomów mechanizacji i automatyzacji. Stan przygotowania techniczno-organizacyjnego w zakresie wspomnianego wyżej programu

przedstawia się w stosunku do głównych elementów składowych systemu następująco:

Kierunkowy hamulec torowy ETH-10

W lutym 1981 r. zostały wykonane w ZWUS 2 prototypy kierunkowych hamulców torowych ETH-10013. Jeden z nich zabudowano na doświadczalnej górcie w COBiRTK.

Badania funkcjonalne zostały zakończone we wrześniu 1982 r. W październiku 1982 r. hamulce zainstalowano na stacji Lublin-Tatary i rozpoczęto badania eksploatacyjne.

W 1984 r. ZWUS wyprodukują serię informacyjną hamulców kierunkowych dla stacji Lublin-Tatary. Równolegle z hamulcami opracowano i wykonano hydrauliczne urządzenia napędowo-sterujące, których modelowe wykonanie jest sprawdzane na stacji Lublin-Tatary. W 1984 r. wykonane zostaną 2 zunifikowane maszynownie do sterowania hamulcami kierunkowymi II pozycji hamowania.

Odstępowy hamulec torowy ETH-11

Wykorzystując podstawowe elementy konstrukcyjne kierunkowego hamulca torowego opracowano dokumentację nowego hamulca odstępowego, który ma zastąpić obecnie produkowany hamulec torowy typu THS-1 zabudowany na stacji Łazy.

Nowy hamulec będzie o około 50% lżejszy od obecnie produkowanego, wygodniejszy do zabudowy i utrzymania, a czasy reakcji hamulca będą takie, że można będzie go stosować również w systemach automatycznego sterowania.

W III kw. 1983 r. prototyp wykonany w ZWUS zostanie zainstalowany do badań eksploatacyjnych na stacji Lublin-Tatary.

Mając na względzie możliwość wymiany zabudowanych już na górkach rozrządowych hamulców torowych THS-1 na nowe ETH-11 bez potrzeby wymiany urządzeń napędowo-sterujących, opracowano projekt ich adaptacji do napędu nowych hamulców torowych. Rozwiązanie to sprawdzone będzie w roku bieżącym na stacji Lublin-Tatary.

Sprawa ta ma szczególne znaczenie w związku z zamierzonym zaprzestaniem produkcji hamulca THS-1. Jest to hamulec od wielu lat produkowany i stosowany na górkach rozrządowych. Przestarzała konstrukcja, materiałochłonność, długie i mało stabilne czasy reakcji działania powodują, że nie nadaje się on do automatyzacji procesu regulowania prędkości staczania wagonów.

Zakłada się, że produkcja jego trwać będzie do czasu opanowania produkcji nowego hamulca ETH-11. Przez dalszy okres mogą być jedynie produkowane jego części dla remontu i utrzymania już eksploatowanych hamulców.

Szybkobieżny napęd zwrotnicowy EEA-4

Kilka lat temu został opracowany szybkobieżny napęd zwrotnicowy EEA-4 z silnikiem trójfazowym. Badania eksploatacyjne przeprowadzone na kilku stacjach PKP potwierdziły jego wysokie walory eksploatacyjne. Konstrukcja jego niewiele różni się od napędów EEA-4 normalno-bieżnych, od lat stosowanych z du-

zym powodzeniem na stacjach kolejowych. Po raz pierwszy stacja Łazy została wyposażona w ten napęd zwrotnicowy. W przygotowaniu są następne stacje, na których napęd ten znajdzie zastosowanie.

Przełącznikowy system samoczynnego nastawiania zwrotnic

W ubiegłym roku przebadany został modelowy zblokowany przełącznikowy system samoczynnego nastawiania zwrotnic, wykonany z wykorzystaniem wtykowego przełącznika typu JRF-5.

Jednym z elementów tego systemu jest zestaw wykonawczy, który w układzie indywidualnego sterowania został wykorzystany na stacji rozrządowej Łazy. W ten sposób stworzono techniczną możliwość zabudowy na tej górcie pełnego systemu samoczynnego nastawiania zwrotnic przez dobudowanie modułów automatyki, co powinno nastąpić w najbliższym czasie.

Radarowy system sterowania hamulcami torowymi

Urządzenia radarowego systemu sterowania hamulcami opracowane zostały w dwóch wariantach. Pierwszy wariant sprawdzony został ostatecznie na stacji Lublin-Tatary. W wyniku badań stwierdzono, że aparatura radarowa i sterująca pracuje prawidłowo z tym, że w powiązaniu z hamulcem THS-1 (aktualnie produkowanym) ze względu na długie i niestabilne czasy reakcji nie uzyskuje się założonych efektów.

Przewiduje się, że system radarowy będzie pracował zadowalająco z nowym hamulcem ETH-11.

Druga wersja radarowych urządzeń jest poddawana obecnie badaniom przy ich współdziałaniu z hamulcami kierunkowymi typu ETH-10.

Należy podkreślić, że system radarowego sterowania hamulcami torowymi przygotowany jest do produkcji przemysłowej.

Pozostałe elementy systemu automatyzacji pracy górci rozrządowej a mianowicie:

- licznikowy układ kontroli zajętości odcinków zwrotnicowych;
- urządzenie do pomiaru wolnej długości torów kierunkowych;
- identyfikator odpręgów;
- komputerowy system samoczynnego nastawiania zwrotnic;

są nadal w trakcie intensywnych prób i badań laboratoryjnych i terenowych, jak również prowadzone są prace konstrukcyjne i wdrożeniowe.

Rozpatrując postęp prac w okresie od wspomnianej wyżej konferencji naukowo-technicznej w Jaszowcu w grudniu 1982 r. należy stwierdzić prawidłową i terminową realizację zadań.

Jednakże zamknięcie procesu przygotowania pełnej bazy sprzętowej i systemowej dla górci rozrządowych wymaga konsekwentnej i terminowej realizacji przez wszystkie zainteresowane jednostki programu opracowania, budowy i uruchomienia w okresie najbliższych 2÷3 lat systemu automatyzacji pracy górci rozrządowej stacji Lublin-Tatary.

AUTOMATYKA KOLEJOWA



MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY

PL ISSN 0137-2858 — Indeks 35192

Rok VI (XXX) Wrzesień 1983

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
ul. Kazimierzowska 52, 02-546 Warszawa

UKD: 625.15:620.16

KRYSZYNA WAŻYŃSKA-FIOK, JANUSZ DYDUCH, LECH KONOPIŃSKI, MIROSŁAW SIERGIEJCZYK — Badania eksploatacyjne i sposoby zwiększania niezawodności obwodów torowych, Automatyka Kolejowa, rok VI (XXX), nr 9/1983, s. 179—185

W artykule omówiono metodykę i organizację eksploatacyjnych badań niezawodnościowych, obwodów torowych oraz dokonano oceny obwodów torowych na podstawie uzyskanych wyników badań eksploatacyjnych.

UKD: 629.05.001.572

JANUSZ DYDUCH — Model eksploatacji systemu sterowania ruchem kolejowym, Automatyka Kolejowa, rok VI (XXX), nr 9/1983, s. 185—187

Przedstawiono próbę zbudowania modelu eksploatacji systemu sterowania ruchem kolejowym w ujęciu systemowym. Opisano metodologię badań eksploatacyjnych mających na celu utrzymanie żadanego poziomu niezawodności systemu sterowania ruchem kolejowym.

UKD: 656.21-503.55

JERZY JAŻWIŃSKI, KRYSZYNA WAŻYŃSKA-FIOK, JAN BORGON — Niezawodność i bezpieczeństwo w ogólnej teorii systemów, Automatyka Kolejowa, rok VI (XXX), nr 9/1983, s. 188—190

Wybrane parametry systemowe, ich definicje oraz określenie związków występujących między nimi. Stwierdzono, że bezpieczeństwo, niezawodność zadania oraz niezawodność sprawności wywierają decydujący wpływ na efektywność systemu.

UKD: 656.21-52.001.572

LECH KONOPIŃSKI — Model funkcjonalno-diagnostyczny urządzeń sterowania ruchem kolejowym, Automatyka Kolejowa, rok VI (XXX), nr 9/1983, s. 191—192

Własności funkcjonalne i niezawodnościowe systemów srk. Sposób modelowania urządzeń srk. Przydatność omawianego modelu do określania niezawodności badanych obiektów.

UKD: 656.21-52

HERONIM SIENKIEWICZ — Wybrane przykłady projektowania samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu SPA-1, Automatyka Kolejowa, rok VI (XXX), nr 9/1983, s. 193—196

Dwa przykładowe sposoby rozmieszczenia czujników w torach i odpowiadające im wzajemne powiązania elementów zestawów logicznych pokazane w postaci tablicy funkcjonalnej.

Z zagranicznej literatury fachowej

SUWE K. H.: Die Signaltechnik auf der Schnelfahrstrecke Paris — Lyon. **Urządzenia sterowania ruchem kolejowym na linii szybkiego ruchu Paryż — Lyon.** Signal und Draht 1982 nr 11 s. 225—230.

Zasady przekazywania informacji z toru do pojazdu. Zdalne sterowanie ruchem pociągów na linii długości 400 km. Automatyczne sterowanie ruchem pociągu o działaniu ciągłym. Przebieg hamowania pociągu z prędkości 260 km/h do zatrzymania. Sygnały do oznaczania miejsc tymczasowego ograniczenia prędkości jazdy. Punktowe przekazywanie informacji.

KUSAK M. H., ECKHARD H.: Einsatz der Mikrocomputertechnik bei der Selbsttätigen Zuglenkung. **Wpływ techniki mikrokomputerowej na automatyzację ruchu pociągów.** Eisenbahn Ingenieur 1982 nr 12 s. 532—540, 9 rys. 1 tab.

Opis systemu elektronicznego śledzenia i kierowania ruchem pociągów. System ten, wdrożony na liniach dyrekcyjnej rejonowej w Essen, polega na uzupełnieniu istniejących urządzeń zrkł urządzeniami mikrokomputerowymi. Podano schematy budowy systemu oraz opisy podstawowych urządzeń i wyposażenia, a także zasady ich eksploatacji.

BÄCKER K., SCHNEIDER R.: Die zeitmultiplexe Wendezugsteuerung ZWS zur Informationsübertragung im Zug. **Sterowanie pociągami zwrotnymi przez przekazywanie informacji za pomocą komutacji z podziałem czasu.** Elektrische Bahnen 1982 nr 12 s. 353—357, 4 rys. bibliogr. 6 poz.

Opis systemu utrzymywania łączności między kabiną sterowniczą na jednym krańcu składu pociągu a kabiną bez obsługi na drugim krańcu, jak również ze wszystkimi wagonami w składzie pociągu — za pośrednictwem jednego łącza dwuprzewodowego. Dotychczasowe rozwiązania wymagały kabli czterożyłowych — przy tej samej zdolności przesyłania. W taborze z kablami wg normy UIC-568 pozostałe wyposażenie zostaje bez zmian.

SINZIG P.: Das SpDrS 600 — Stellwerk. **Nastawnica typu SpDrS 600.** Signal und Draht 1982 nr 10 s. 209—211.

Opis budowy i zasady obsługi nastawnicy przekaźnikowej typu SpDrS 600 z planem świetlnym układu torów na pulpicie. Sposób ustawiania dróg przebiegu i utwierdzania ich. Zasady używania przycisku bezpieczeństwa, przycisku pomocniczego zwrotnego i przycisku zwolnienia drogi przebiegu. Sposób obsługi pulpitu nastawczego w przypadku zakłóceń w działaniu urządzeń.

LÖWER G. E.: Moderne Prozessteuerung für Rangbahnhöfe. **Nowoczesny system sterowania urządzeniami stacji rozrządowej.** Eisenbahn Ingenieur 1982 nr 12 s. 527—532, 5 rys. bibliogr. 4 poz.

Opis systemu i urządzeń do automatyzacji pracy manewrowej na stacjach rozrządowych DB z wykorzystaniem techniki mikrokomputerowej. System ten umożliwia określenie optymalnej organizacji procesu rozrządzania i zestawiania pociągów oraz optymalnych norm operacji technologicznych, a także sporządzanie automatyczne dokumentacji i sprawozdawczości eksploatacyjnej, powodując w efekcie zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych i zwiększenie bezpieczeństwa pracy stacji. Wielkość uzyskanych oszczędności ocenia się na ok. 50%.

LECHMAN S.: Prozessorgesteuerte einfache Förderanlage im Rangierbahnhof Duisburg-Wedau. **Elektroniczne sterowanie prostym urządzeniem transportera na stacji rozrządowej Duisburg-Wedau.** Signal und Draht 1982 nr 11 s. 215—219.

Opis i wnioski z próbnej eksploatacji urządzenia do docelowego przetaczania wagonów na torach kierunkowych, firmy Thyssen i AEG-TELEFUNKEN, na stacji rozrządowej Duisburg-Wodau. Cały proces rozrządzania, łącznie z hamulcami torowymi i omawianym urządzeniem, jest sterowany automatycznie za pomocą maszyny cyfrowej. Przedstawiono budowę systemu i zasady współpracy z urządzeniami torowymi oraz algorytm programu wydajności urządzenia.

BERNSTEIN G.: Laufzielbremsung aus der Richtungsgleisbremse. **Hamowanie docelowe hamulcami torowymi kierunkowymi.** Signal und Schiene 1982 nr 11 s. 220—225, 2 fot.

Opis systemu komputerowego sterowania urządzeniami nastawczymi na górcie rozrządowej oraz systemu hamulców torowych do hamowania docelowego — zastosowanych na stacjach rozrządowych Woipy (SNCF), Kijtock (NS), Offenburg i Mannheim (DB) oraz Soddin (DR). Doświadczenia wykazały znaczne korzyści w zakresie usprawnienia techniki pracy stacji rozrządowych oraz zmniejszenia liczby wagonów uszkodzonych podczas rozrządzania.

ORE: Automatische Zugmeldeanlage „AEG TELEFUNKEN”. **Urządzenia automatycznego przekazywania meldunków o zbliżaniu się pociągu.** „AEG TELEFUNKEN”. ORE — DT116 (A124) 1982 ss. 58, 24 zał.

Wyniki badań urządzeń do automatycznego informowania sygnalistów, zabezpieczających torowe grupy robocze na szlaku, o nadjeżdżającym pociągu. Budowa, zasada działania, schematy, obsługa i warunki zastosowania urządzeń do ostrzegania brygad pracujących na torach. Urządzenia firmy AEG TELEFUNKEN (RFN) przeznaczone do wewnętrznego użytku kolei.

Opracowano w BOINTE kol.